

Pesquisa

FAPESP

MARÇO DE 2020 | ANO 21, N. 289

mulheres

**Presença
feminina
e discussão
de gênero
geram
conhecimento
diverso
e inovador**

ciência



**Novo coronavírus
chega ao
Brasil, onde já
circulam quatro
variedades
mais brandas**

**Articulação
no Congresso
evita queda
ainda maior do
orçamento de
CT&I em 2020**

**Poemas inéditos
e ensaio
biográfico marcam
centenário de
João Cabral
de Melo Neto**

**O astrofísico
Augusto Damineli
conta como
descobriu que
a Eta Carinae
é duas estrelas**

**Pesquisadores
tentam acelerar
a busca de
novos materiais
usando
big data**

NÃO APENAS ESCREVEMOS SOBRE MEIO AMBIENTE: PESQUISA FAPESP FAZ A SUA PARTE

Desde 2016, a revista é impressa em papel certificado pelo Forest Stewardship Council (FSC), que garante a proveniência de florestas manejadas de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável

A tinta da impressão é ecológica, do selo Huber Green, o que significa que é produzida com matérias-primas renováveis e biodegradáveis

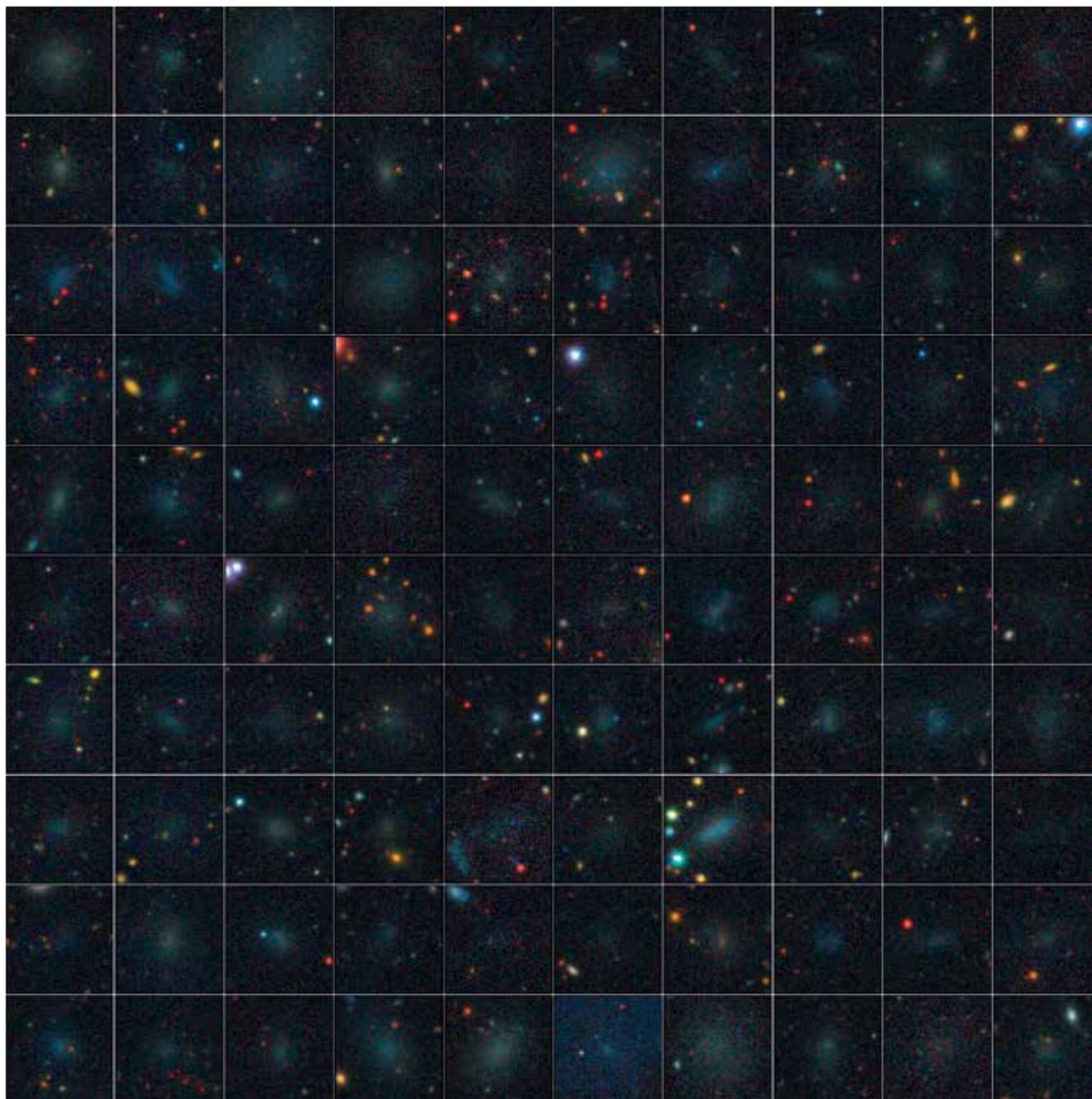
Em 2019, a embalagem que envolve os exemplares dos assinantes passou a ser de plástico 100% reciclado

Faça sua parte: após a leitura, circule a revista para outras pessoas

Pesquisa
FAPESP ▲

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Sua pesquisa rende fotos bonitas? Mande para imagempesquisa@fapesp.br
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.

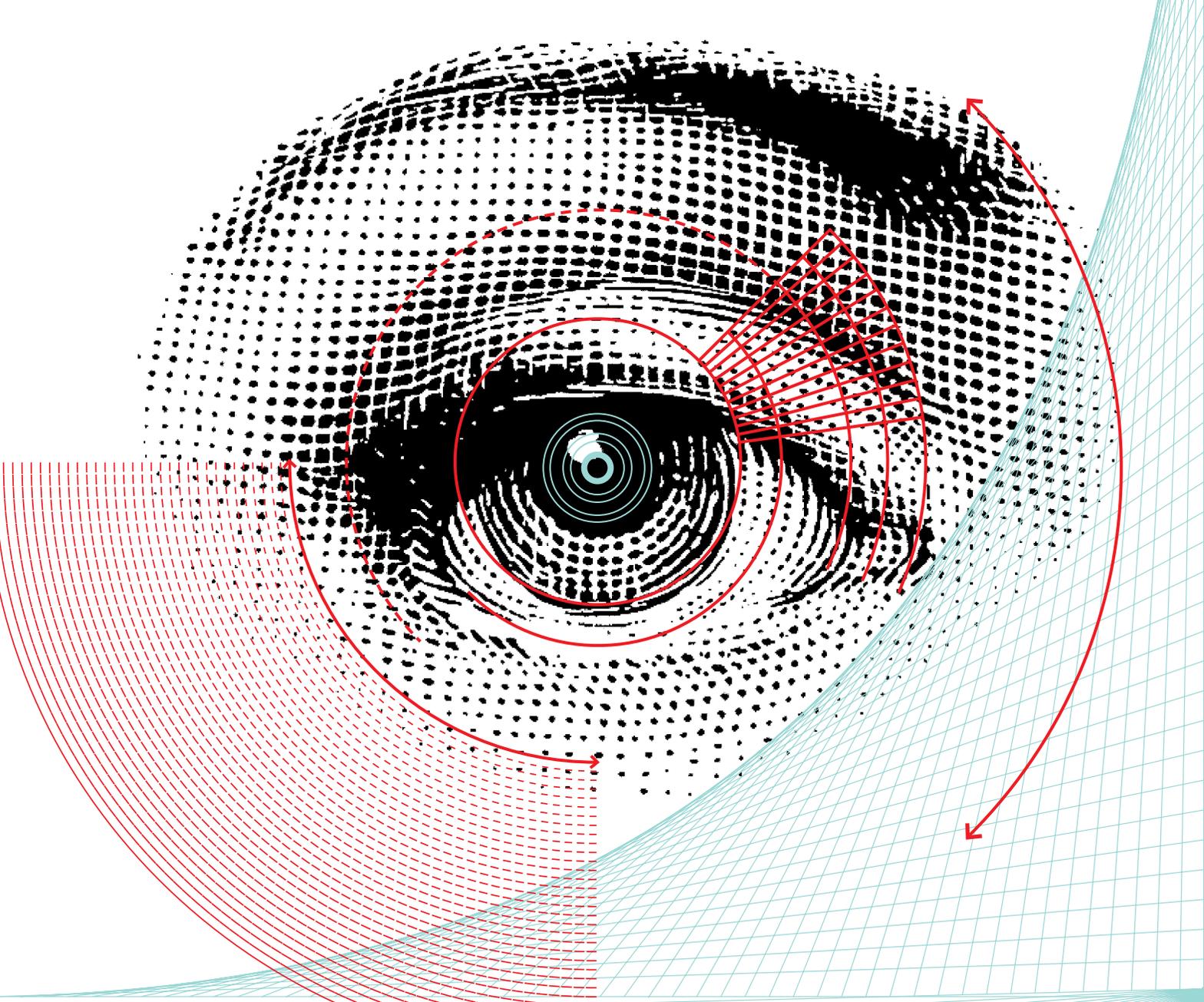


MONTAGEM COM IMAGENS DO LEGACY SURVEY, (C) AURA/NOAO/NSF

Agulha no palheiro

Em fotografias de extensas partes do céu é fácil ver estrelas que aparecem como pontos de várias cores. Mais difícil é encontrar as galáxias conhecidas como ultradifusas, por emitirem pouca luz. Nesta colagem feita pelo astrônomo Carlos Eduardo Barbosa, as galáxias são o leve esbranquiçado no centro de cada quadrado.

Imagem enviada por Carlos Eduardo Barbosa, pesquisador de pós-doutorado no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP)



MARÇO 289

Ilustração de capa

PATRICIA BRANDSTATTER

A física polonesa Marie Sklodowska Curie (1867-1934) foi a única mulher a receber dois prêmios Nobel: o de Física, em 1903, e o de Química, em 1911. A proposta de capa desta edição foi inspirada na linguagem gráfica da artista norte-americana Barbara Kruger, que aborda temas como feminismo e discriminação racial

- 3** FOTOLAB
- 6** COMENTÁRIOS
- 7** CARTA DA EDITORA

8 BOAS PRÁTICAS
Revistas científicas afastam pesquisador que manipulava citações

11 DADOS
Salário no emprego formal em engenharia no Brasil

12 NOTAS

CAPA

18 Diálogo com teorias feministas amplia frentes de investigação

26 Mulheres ganham espaço na ciência no Brasil, mas distribuição em disciplinas é desigual

ENTREVISTA

32 O astrofísico Augusto Damineli conta como descobriu que a estrela mais estudada depois do Sol sofria apagões periódicos

POLÍTICA C&T

38 Congresso blinda orçamento da ciência contra novos cortes

42 Cresce número de artigos assinados por mais de mil autores

46 Estudo mapeia diferentes tipos de laboratórios de pesquisa no Brasil

48 Facebook é pouco usado por periódicos para divulgar artigos

Conteúdo a que a mensagem se refere:

- Revista impressa
- Reportagem on-line
- Galeria de imagens
- Vídeo
- Rádio

CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 pesquisa_fapesp

 Pesquisa Fapesp

 pesquisafapesp

 cartas@fapesp.br

R. Joaquim Antunes, 727

10º andar

CEP 05415-012

São Paulo, SP

Assinaturas, renovação e mudança de endereço

Envie um e-mail para assinaturaspesquisa@fapesp.br

ou ligue para (11) 3087-4237, de segunda a sexta, das 9h às 19h

Para anunciar

Contate: Paula Iliadis

Por e-mail:

publicidade@fapesp.br

Por telefone:

(11) 3087-4212

Edições anteriores

Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.

Peça pelo e-mail:

clair@fapesp.br

Licenciamento de conteúdo

Adquira os direitos de reprodução de textos e imagens de *Pesquisa FAPESP*.

Por e-mail:

mpiliadis@fapesp.br

Por telefone:

(11) 3087-4212

COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Coronavírus

 Estudo importante (“Análises genéticas indicam morcegos como provável origem do novo coronavírus”). O ruim é que ignorantes vão ler esta reportagem e sair matando morcegos. Enfim, conhecimento nunca é muito, há de se estudar e entender.

Alex Ferreira Garcia

Inovação

 Um trabalho feito a muitas mãos (“Geografia da inovação”, edição 288).

Glauco Roberto Munsberg

Thelma Krug

 Tive o privilégio de servir em algumas cúpulas do clima, bem como em reuniões técnicas, na mesma delegação de Thelma Krug (“A negociadora do clima”, edição 288). É impressionante sua capacidade intelectual e a vontade de fazer acontecer.

Luiz Rodrigues

Mudanças climáticas

 Ano de temperaturas recordes pelo mundo, como na Austrália e Antártica (“Austrália em chamas”, edição 288). Evidências não faltam, as medições de temperatura realizadas ao redor do mundo sistematicamente são objetivas e claras. E ainda tem gente que acha que é teoria da conspiração.

Tomaz Puga Leivas

Antártida

 A estação Comandante Ferraz é muito importante para nossos cientistas (“Estação na Antártica é reaberta”). Espero que o

atual governo garanta a continuidade das pesquisas para além de 2022.

Luciano Dantas

Peixes da Amazônia

 Aquarelas fantásticas de peixes do mar e dos rios amazônicos, esse livro deve ser um espanto (“O resgate das aquarelas”, edição 288).

Armando Nobre Mendes

Vídeos

 Setenta e nove termos tupis para partes do corpo não eram usados pelos portugueses, revelando os diferentes olhares das duas culturas para o ser humano (“Primeiro dicionário de anatomia do Brasil foi em tupi”).

Maristela Debenest

 Que trabalho! A história antiga e do início do período colonial precisa chegar à educação básica. Excelente material.

Silvia Corrêa Marques

 Boa explicação sobre a função da Amazônia e seus reflexos na modificação do clima (“Como a Amazônia regula o clima do planeta”).

Idelfonso Filho

 A Amazônia proporciona incalculáveis benefícios ambientais para o Brasil e o mundo. Nesse contexto, aliar resultado econômico e preservação ambiental constitui-se como o grande desafio para qualquer governo comprometido com o desenvolvimento do país.

Anderson Mesquita

Sua opinião é bem-vinda. As mensagens poderão ser resumidas por motivo de espaço e clareza.



Lagarto
*Riolama
grandis*

Textos que você só lê no site de Pesquisa FAPESP

Dupla de répteis inaugura temporada de descrição de novas espécies encontradas em expedição ao pico da Neblina

bit.ly/íglagartoNeblina

RENATO SOUZA RECORDER / USP

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria Poveda Velasco, João Fernando Gomes de Oliveira, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Vanderlan da Silva Bolzani

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Carlos Henrique de Brito Cruz

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa
FAPESP

ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL

Carlos Henrique de Brito Cruz (*Presidente*), Caio Túlio Costa, Eugênio Buccì, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Hermínia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Maurício Tuffani e Mônica Teixeira

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Herman Chaimovich, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Angnes, Luiz Nunes de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Nelson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Política & T.*),

Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Vívitta (*Ciência*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*), Maria Guimarães (*Site*), Yuri Vasconcelos (*Editor-assistente*)

REPÓRTERES Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade**REDATORES** Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveirado Prado (*Mídias Sociais*)

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Alexandre Affonso (*Editor de infografia*) Felipe Braz (*Designer digital*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecília Felli (*Assistentes*)

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**RÁDIO** Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Andrea Ebert, Carlos Eduardo Barbosa, Diego Viana, Domingos Zapparoli, Eduardo Geraque, Eneida Maria de Souza, Maria Margaret Lopes, Patricia Brandstatter, Renato Pedrosa, Sidnei Santos de Oliveira, Suzel Tunes

REVISÃO TÉCNICA Dario Zamboni, Francisco Laurindo, José Eduardo Corá, José Roberto França Arruda, Luiz Nunes de Oliveira

É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO

TIRAGEM 29.900 exemplares**IMPRESSÃO** Plural Indústria Gráfica**DISTRIBUIÇÃO** DINAP

GESTÃO ADMINISTRATIVA FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PESQUISA FAPESP Rua Joaquim Antunes, nº 727,

10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP

FAPESP Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901,

Alto da Lapa, São Paulo-SP

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO,
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DA EDITORA

Ciência, substantivo feminino

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

A ciência moderna e seus notáveis avanços estão muito associados a ideias e pesquisas desenvolvidas por homens. Embora essa percepção seja imprecisa, não é incorreta. Como qualquer atividade humana, a ciência está inserida na estrutura social vigente, organizada a partir da perspectiva masculina.

Londa Schiebinger, professora de história da ciência na Universidade Stanford, identifica três fases na incorporação das mulheres à ciência. A primeira é a representatividade – mulheres ocupando postos de trabalho. A segunda é a mudança da cultura científica, isto é, lidar com questões como assédio e maternidade. A terceira é uma mudança metodológica, incorporando as questões de gênero, quando pertinentes, ao fazer científico.

Apesar de restrições e dificuldades, mulheres vêm trazendo grandes contribuições para a ciência. Entre os exemplos mais conhecidos estão a física polonesa Marie Curie (1867-1934), a química britânica Rosalind Franklin (1920-1958) e a psiquiatra brasileira Nise da Silveira (1905-1999). Um esforço tem sido feito para resgatar a memória dessas pioneiras, assim como para dar destaque àquelas atuantes hoje e cujo trabalho não obtém visibilidade. Um exemplo recente foi o de Donna Strickland, canadense que recebeu o Nobel de Física em 2018 e que não se qualificava, até então, a ter um verbete próprio na Wikipedia porque na análise de um editor do site faltava ao seu trabalho cobertura por fontes confiáveis. À época, apenas 18% das biografias do site eram sobre mulheres (*ver Pesquisa FAPESP nº 276*).

Hoje, as mulheres já compõem boa parte da comunidade científica. No Brasil, superam os homens em número de doutorados defendidos por ano. O país também é crescentemente equânime quando se analisa o gênero de autores que publicam

artigos científicos em revistas da base Scopus: entre 2014 e 2018, no país, contaram-se 195 mil autores do sexo masculino e 155 mil do feminino, uma relação de 0,8 mulher para cada homem (no período de 1999 a 2003, a proporção era de 0,55). Entretanto, como mostra reportagem de capa à página 26, as mulheres cientistas seguem em desvantagem na hora de ocupar cargos de maior poder em universidades, instituições de pesquisa e agências de fomento. E a média bastante positiva esconde grandes desigualdades de gênero nas diferentes áreas de conhecimento: enquanto a enfermagem é majoritariamente feminina, na ciência da computação a proporção não chega a 0,25.

Entre outros desafios, as mulheres precisam, constantemente, provar que são tão ou mais capazes do que os homens, enfrentando assédio moral e, às vezes, sexual; contornar os custos profissionais implicados na maternidade; e conquistar espaço para questões científicas decorrentes de sua condição feminina, apresentando problemas e perspectivas que enriquecem a ciência como um todo.

Exemplos não faltam. Na área da saúde, a pesquisa básica costuma usar como modelo animais machos, ignorando diferenças fisiológicas entre os sexos, como a influência de hormônios em tratamentos medicamentosos. Na demografia, a inclusão como objeto de estudo de questões como a violência doméstica tem importantes implicações em debates sobre políticas públicas em diversas áreas. A primeira reportagem que compõe a capa desta edição se dedica ao impacto da presença de mulheres na ciência e da discussão sobre gênero nos resultados de pesquisas científicas (*página 18*); a segunda traz números positivos em termos de avanços na representatividade e ao mesmo tempo mostra que ainda há muito a ser feito.

BOAS PRÁTICAS



O cerco às citações manipuladas

Conduta fraudulenta de editores e revisores no processo de avaliação de artigos começa a ser combatida por editoras e publicações

O biofísico Kuo-Chen Chou, chinês radicado nos Estados Unidos, foi banido do conselho editorial de um periódico científico, o *Journal of Theoretical Biology* (JTB), e do corpo de revisores de outro, o *Bioinformatics*, acusado de manipular em benefício próprio o processo de revisão de artigos. As duas revistas descobriram que Chou pedia a autores de papers sob sua avaliação que mencionassem nas referências bibliográficas trabalhos assinados por ele, a fim de inflar artificialmente o impacto de sua produção científica. A prática, conhecida como citação coercitiva, foi classificada como “má conduta da mais alta ordem” no editorial do JTB que anunciou o afastamento, publicado no final de janeiro.

De acordo com o texto, que não mencionava o nome de Chou, um editor da revista recomendou a autores de dezenas de artigos que citassem trabalhos de sua autoria – em alguns casos, a lista de papers sugeridos tinha mais de 50 itens. A confirmação de que o editor afastado era Chou foi feita pela editora Elsevier, responsável pelo JTB.

Formado na Universidade Nanjing, Chou, hoje com 81 anos, fez carreira na indústria farmacêutica nos Estados Unidos. Em 2003, aposentou-se na Pfizer e criou a organização não governamental Gordon Life Research Institute, em Boston, uma rede de 26 pesquisadores, na maioria de origem chinesa, interessada em gerar ferramentas computacionais capazes de explicar fenômenos biológicos. Ele é pai do bioquímico James Chou, professor da Escola de Medicina da Universidade Harvard.

De acordo com a base de dados Scopus, Kuo-Chen Chou tem uma produção científica impressionante: são 602 artigos publicados que receberam 58 mil citações. Seu índice-h é 135 – isso significa que ele é autor de pelo menos 135 artigos que obtiveram 135 citações cada. Para se ter uma ideia da magnitude desse escore, ele foi alcançado por um único vencedor do Prêmio Nobel (o biólogo molecular alemão Thomas Südhof) em uma lista de 25 laureados analisada em um artigo sobre os limites do índice-h publicado em 2016 na revista *Frontiers in Human Neuroscience*.

Chou figurou entre 2014 e 2018 na lista dos “pesquisadores altamente citados”,

divulgada anualmente pela Clarivate Analytics, empresa que mantém a base de dados Web of Science. No ano passado, seu nome foi removido da relação, depois que a Clarivate detectou um padrão anormal de citações e autocitações em seus trabalhos.

A forma ostensiva com que atuava acabou chamando a atenção da revista *Bioinformatics*, que abriu uma investigação sobre seu comportamento. Jonathan Wren, editor associado da publicação, descobriu que, a cada manuscrito que Chou revisava na *Bioinformatics*, pedia para acrescentar em média 35 citações – e 90% delas eram de artigos em que ele figurava como coautor. “A magnitude de seus pedidos é chocante”, disse Wren à revista *Nature*. “Mas o que me impressiona é que esses padrões suspeitos de citações remontam a décadas e os auto-

Para inflar o impacto de sua produção científica, Kuo-Chen Chou sugeria a inclusão de dezenas de referências a seus trabalhos em papers que revisava

res sujeitavam-se aos pedidos com uma frequência surpreendente.” Faz parte do trabalho dos revisores de artigos científicos sugerir aos autores a inclusão de referências, mas se cria uma situação constrangedora – para não dizer um conflito de interesses – quando essas citações remetem a trabalhos dos próprios revisores. Os autores podem acatar ou não as recomendações, mas sabem que correm o risco de ter o artigo rejeitado caso discordem delas.

Jonathan Wren alertou o *Journal of Theoretical Biology* e outras publicações sobre o mau comportamento do chinês. Segundo o editor, que está desenvolvendo um algoritmo capaz de detectar padrões anômalos de citações, pelo menos outros três periódicos com os quais o pesquisador colaborava abriram investigações. A apuração do JTB descobriu que Chou, às vezes, revisava artigos usando pseu-

dômino para não chamar a atenção dos colegas do corpo editorial. Em algumas ocasiões, ele acrescentava as referências a seus artigos sem consultar o autor do paper, durante o processo de revisão.

Em outro comportamento anômalo, também pediu a alguns autores que mudassem os títulos dos papers para incluir o nome de algoritmos que ele havia criado. Procurado pela *Nature*, Chou disse que a menção a seus algoritmos não foi obtida de forma coercitiva, mas é fruto do reconhecimento de sua eficácia. E se recusou a responder a perguntas sobre práticas de citação.

O caso do chinês não é isolado e mostra que as editoras de periódicos científicos estão se tornando mais atentas para combater as citações coercitivas. Em 2017, o especialista em solos Artemi Cerdá, da Universidade de Valência, na Espanha, renunciou ao conselho editorial da revista *Geoderma* após ser acusado de usar o cargo para multiplicar as referências de sua produção científica. Uma investigação promovida pela União Europeia de Geociências e pela editora Elsevier, responsável pela *Geoderma*, confirmaram a má conduta.

Em setembro do ano passado, a Elsevier anunciou que estava investigando centenas de revisores e editores de suas revistas sobre os quais pesavam suspeitas de fraude, como a prática de citação coercitiva. Dois especialistas em publicações científicas, o holandês Jeroen Baas e a irlandesa Catriona Fennell, foram destacados para avaliar a atividade dos revisores de artigos das 3 mil revistas da editora. Um estudo preliminar sugeriu que 1% dos 55 mil acadêmicos engajados no processo de revisão das publicações da Elsevier tem o costume de pedir a inclusão de artigos de sua lavra em manuscritos alheios.

O cerco às citações coercitivas deve gerar dilemas novos para os editores. Um deles diz respeito ao que fazer com artigos que, embora não tenham nenhum problema em seu conteúdo, carregam referências bibliográficas incorporadas de forma fraudulenta. A Elsevier vem discutindo o assunto e considera, por exemplo, fazer retratações apenas de citações de artigos, sem desqualificar o paper. Outra possibilidade, conforme disse Catriona Fennell à revista *Nature*, é publicar correções nos artigos, removendo as referências. ■ Fabrício Marques

Apoio à publicação de resultados inesperados

Há dois anos o Instituto de Saúde de Berlim (BiH), centro alemão com cerca de 7 mil pesquisadores, paga um bônus de €1.000 para os cientistas que publicarem resultados diferentes do esperado – os chamados resultados nulos – ou estudos que tentem reproduzir os achados de trabalhos anteriores. A mesma quantia é oferecida para a publicação de resultados de pesquisas com animais previamente registradas ou de trabalhos que usem dados gerados por outros grupos. O dinheiro não fica com os pesquisadores. Vai para um fundo, destinado, por exemplo, a financiar viagens de estudantes ou experimentos. Segundo Ulrich Dirnagl, diretor do Centro de Transformação da Pesquisa Biomédica do BiH, aqueles que conquistam vários bônus descobrem que ganham “um belo suplemento para seus fundos de pesquisa”.

Pouco usual, esse tipo de incentivo financeiro é parte de um programa mais amplo para aumentar a transparência na pesquisa e a confiança na ciência, detalhado em fevereiro na revista científica *PLOS Biology*. Existe uma preocupação internacional de que a pressão para gerar resultados positivos, com maior probabilidade de serem publicados por revistas científicas importantes, esteja levando alguns pesquisadores a divulgar dados enviesados, que depois não se confirmam em trabalhos de outros cientistas. O instituto vê no programa uma oportu-

nidade de estimular o debate sobre a integridade científica. “Talvez estejamos recompensando atitudes que deveriam ser parte do processo normal, mas isso precisa ser feito”, disse Dirnagl à revista inglesa *Times Higher Education*.

O BiH também aplica os mesmos princípios à progressão de carreira dos pesquisadores. Quem se candidata a um cargo de professor precisa contar como incentivou a realização de uma ciência responsável. Os candidatos também devem descrever seus cinco principais trabalhos, mas não podem dizer em quais periódicos foram publicados.

O objetivo é desencorajar o excesso de confiança na reputação das revistas e estimular os pesquisadores a focar no conteúdo de seus artigos, independentemente do impacto da revista que os publicaram. “Estamos tentando levá-los a considerar diferentes fatores e ideias”, afirmou Dirnagl.

€ 1.000

é o bônus oferecido a pesquisadores do Instituto de Saúde de Berlim que publicarem soluções imprevistas

Treinamento para evitar revistas predatórias

A University Grants Commission (UGC), órgão do governo da Índia que regula o ensino superior no país, determinou que as universidades indianas passem a fornecer treinamento obrigatório sobre ética em publicações científicas para todos os estudantes de doutorado. Um dos objetivos é ensinar os jovens pesquisadores a distinguir periódicos de boa reputação das chamadas revistas predatórias, aquelas que, em troca de dinheiro, divulgam *papers* sem fazer uma genuína revisão por pares.

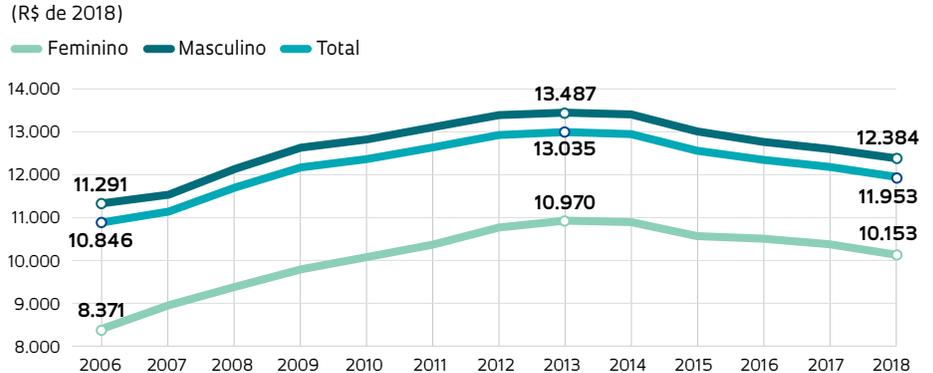
De acordo com as novas diretrizes da UGC, o treinamento deverá ser realizado

por meio de um curso com carga horária de 30 horas, com conteúdo teórico sobre integridade científica e uso de métricas para avaliar o impacto da pesquisa, além de sessões práticas sobre publicações predatórias. Anup Kumar Das, do Centro de Políticas Científicas da Universidade Jawaharlal Nehru, em Nova Délhi, disse ao site da *Times Higher Education* que a estratégia é uma medida bem-vinda por oferecer um treinamento uniforme e estruturado para os pesquisadores indianos. “Esses cursos de curta duração deveriam ser estendidos a professores e pessoal de apoio”, afirmou.

SALÁRIO MÉDIO REAL EM ENGENHARIA² CRESCE ENTRE 2006 E 2013 E SE REDUZ DE 2013 A 2018 NO PAÍS

- ▶ O salário médio³ real⁴ (R\$ de 2018) nos empregos formais em funções de engenharia cresceu 20%, de R\$10.846 para R\$13.035, entre 2006 e 2013
- ▶ Entre 2013 e 2018, a queda foi de 8,3%, atingindo R\$11.953 em 2018
- ▶ O resultado, entre 2006 e 2018, foi um crescimento de 10,2%

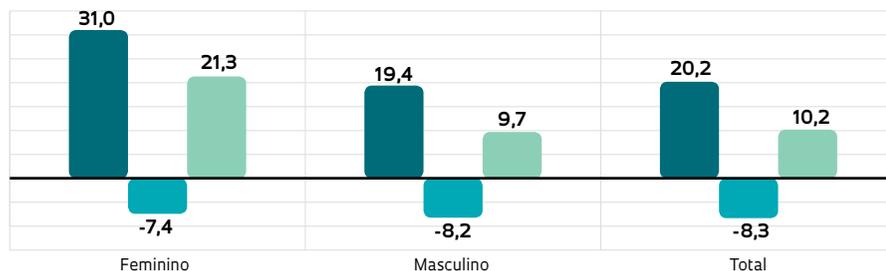
Salários médios em engenharia por sexo e total, Brasil, 2006-2018 (R\$ de 2018)



O MESMO OCORREU PARA MULHERES E HOMENS, MAS O SALDO DE CRESCIMENTO FOI MAIOR PARA ELAS (%)

Varição no salário médio real nas engenharias por sexo e período, Brasil

■ 2006-2013 ■ 2013-2018 ■ 2006-2018

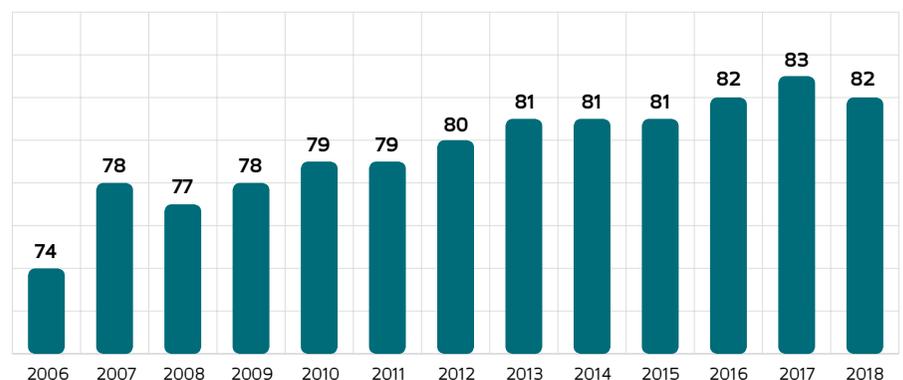


- ▶ A trajetória se repetiu em ambos os grupos, mas o salário das mulheres subiu mais entre 2006 e 2013 (31% diante de 19% para os homens) e caiu menos entre 2013 e 2018 (-7,4% ante -8,2% para os homens)
- ▶ Como resultado, o salário médio para mulheres cresceu 20% entre 2006 e 2018, mais do que o dobro da taxa para os homens, que foi de 9,7%

DIFERENÇA ENTRE OS SALÁRIOS MÉDIOS DAS MULHERES E DOS HOMENS CAI, MAS AINDA É SIGNIFICATIVA

- ▶ O crescimento mais acelerado dos salários das mulheres acarretou a redução da diferença entre os valores de salário médio delas e dos homens
- ▶ Em 2006, o valor do salário médio das mulheres correspondia a 74% do valor do salário médio dos homens. Em 2018, essa porcentagem havia subido para 82%
- ▶ A maior parte da redução da diferença ocorreu entre 2006 e 2013, período em que houve crescimento do valor real dos salários

Salário médio (engenharias) das mulheres em relação ao dos homens (%), Brasil



NOTAS (1) PARA OS NÚMEROS DE VÍNCULOS DE EMPREGO FORMAL PARA MULHERES E HOMENS NO PAÍS, VER DADOS, REVISTA PESQUISA FAPESP Nº 286, DEZEMBRO/2019. (2) FORAM CONSIDERADAS AS SEGUINTE ÁREAS DO CÓDIGO BRASILEIRO DE OCUPAÇÕES: AS FUNÇÕES DE ENGENHARIA, AS DE PESQUISADORES EM ÁREAS DE ENGENHARIA E AS DE DOCENTES DE ENGENHARIA. (3) VALOR MÉDIO CALCULADO PARA OS VÍNCULOS ATIVOS COM VALOR DE SALÁRIO EM DEZEMBRO DO ANO DE REFERÊNCIA MAIOR DO QUE ZERO. (4) VALORES EM R\$ DE 2018, CORRIGIDOS PELO IPCA.

FONTES: MICRODADOS RAIS/ST/ST/MINISTÉRIO DA ECONOMIA. ELABORAÇÃO: COORDENAÇÃO DE INDICADORES EM CT&I/GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES, FAPESP

NOTAS



Milênios de migração

Algumas aves dependem de percorrer distâncias quase inacreditáveis, até de um continente a outro, para escapar de variações climáticas e garantir alimento suficiente para subsistir e se reproduzir. Esse comportamento pode ser mais antigo do que se achava, de acordo com simulação computacional liderada pelo zoólogo Marius Somveille, da Universidade Yale, nos Estados Unidos (*Nature Communications*, 18 de fevereiro). O modelo foi validado com quase 10 mil espécies de aves atuais e depois alimentado com reconstruções do clima passado, levando em conta o custo energético da migração e o benefício em termos de alimentos disponíveis nas diferentes estações do ano. Os resultados indicam que as longas viagens aéreas permaneceram importantes nos últimos 50 mil anos. O período

inclui o Último Máximo Glacial, há cerca de 20 mil anos, quando se supunha que a pouca variabilidade climática global típica da Era do Gelo beneficiaria uma vida mais sedentária. Apesar da estabilidade média das migrações, o estudo detectou uma variação conforme as regiões do mundo. No Velho Mundo (Europa, África e Ásia), a proporção de migrantes se manteve bastante estável, talvez um pouco maior nos períodos mais antigos analisados, e as distâncias eram comparáveis às atuais. Já nas Américas a proporção de espécies migratórias seria 20% menor há 20 mil anos em relação ao que se vê hoje. As distâncias viajadas também eram, em média, 500 quilômetros mais curtas. De acordo com o modelo, quanto mais se volta no tempo, menos espécies se reproduziam na América do Norte.

Revoada de gansos-das-neves nos Estados Unidos: viagens permaneceram importantes nos últimos 50 mil anos

Uma galáxia gigante e adormecida

Um grupo internacional de astrônomos identificou uma galáxia rara, conhecida apenas como XMM-2599. Ela surgiu muito cedo na história do Universo, gerou estrelas a uma taxa impressionante e rapidamente se aquietou. A XMM-2599 teria começado a se formar há mais de 12,8 bilhões de anos (quando o Universo tinha 1 bilhão de anos, hoje tem 13,8 bilhões). Em 800 milhões de anos, ela teria gerado o equivalente a 300 bilhões de estrelas como o Sol e morrido – na verdade, ela continua lá, mas sem produzir novas estrelas. Uma comparação ajuda a ter uma ideia da fecundidade da XMM-2599. A Via Láctea, a galáxia que abriga o Sistema Solar, começou a nascer há 13,5 bilhões de anos e tem 200 bilhões de estrelas como o Sol. No pico de atividade da XMM-2599, que teria durado 500 milhões de anos, estima-se que foram produzidos mil sóis por ano – a Via Láctea produz uma estrela por ano (*The Astrophysical Journal Letters*, 5 de fevereiro). “Naquela época, poucas galáxias haviam parado de produzir estrelas e nenhuma galáxia tinha massa tão elevada quanto a XMM-2599”, disse o astrônomo Gillian Wilson, da Universidade da Califórnia em Riverside, Estados Unidos, um dos autores do estudo, em um comunicado à imprensa. Segundo os pesquisadores, os resultados desafiam a compreensão atual de como as galáxias de massa muito elevada se formaram e evoluíram no universo primitivo.



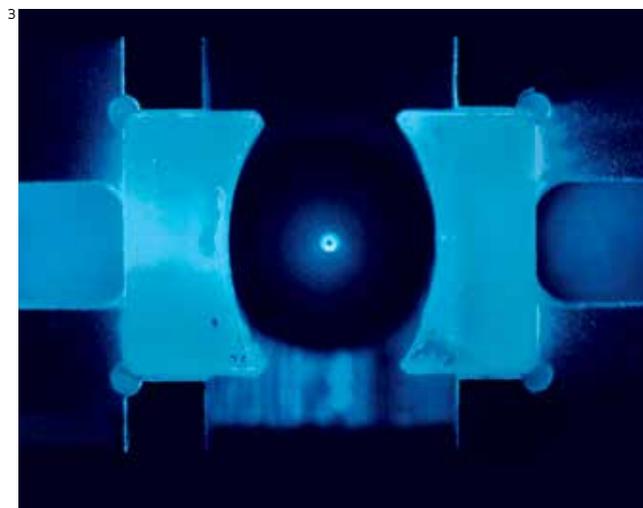
2
Genoma de populações africanas tem mais DNA neandertal do que se esperava

Genes neandertais na África

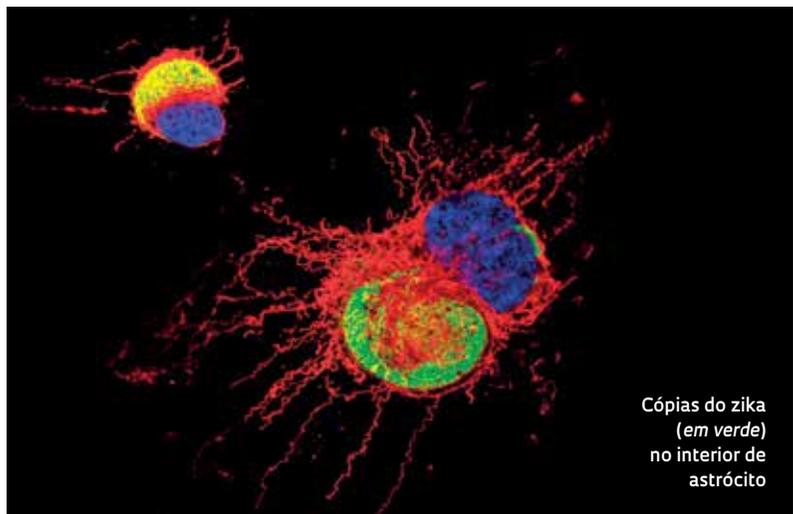
Há anos se sabe que o genoma de populações humanas da Europa e da Ásia contém trechos de DNA de neandertais, seres humanos arcaicos extintos há 30 mil anos. Acreditava-se, porém, que neandertais não tivessem deixado contribuição genética importante entre as populações atuais da África. Dois trabalhos começam a rever essa história. Em um deles, a equipe de Joshua Akey, da Universidade Princeton, Estados Unidos, analisou o genoma de 2.504 pessoas do mundo todo e identificou entre os africanos uma presença significativa de DNA neandertal (*Cell*, 30 de janeiro). Os africanos teriam um terço da quantidade de DNA neandertal apresentada por europeus e asiáticos – uma leva de humanos modernos teria se miscigenado com neandertais na Europa e migrado para a África há 20 mil anos. No segundo estudo, a equipe de Marcelo Briones, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), comparou o material de 9 neandertais com o de 41 seres humanos arcaicos e 52 modernos. Camila Rodrigues e Renata Ferreira encontraram sinais de contribuição neandertal para o DNA mitocondrial (transmitido só pelas mulheres) de populações da África (*BioRxiv*, 6 de fevereiro de 2019; *F1000 Research*, no prelo). “Diferentemente de outros trabalhos, nosso resultado indica que houve miscigenação entre homens modernos e mulheres neandertais”, diz Briones.

Físicos imobilizam partícula de vidro

É comum no estudo das propriedades fundamentais das partículas usar feixes de laser para resfriar até quase a imobilidade nuvens de átomos, os menores componentes da matéria, ou de moléculas muito simples, formadas por apenas dois átomos. Na Áustria, a equipe coordenada pelo físico Markus Aspelmeyer, da Universidade de Viena, conseguiu um feito inédito. Usando feixes de laser, o grupo resfriou a 12 milionésimos acima do zero absoluto (-273,15 graus Celsius) o primeiro objeto em estado sólido: um fragmento nanométrico de vidro (sílica) mil vezes menor do que um grão de areia (*Science*, 30 de janeiro). No zero absoluto, átomos e moléculas atingem o menor nível de energia possível e param de se movimentar. “Alterando as propriedades da armadilha óptica, ou mesmo desligando-a, podemos manipular o movimento das nanopartículas de maneiras completamente novas”, disse em um comunicado à imprensa o físico Nikolai Kiesel, coautor do estudo. Segundo o grupo, essa estratégia deve permitir o uso de nanopartículas em experimentos ultrasensíveis de detecção para, eventualmente, estudar a ação da gravidade na escala das partículas. “Esse é um sonho de longo prazo”, disse Aspelmeyer à revista *ScienceNews*.



3
Cavidade óptica usada para resfriar nanopartícula de sílica



Cópias do zika
(em verde)
no interior de
astrócito

O vírus zika e os astrócitos

Isolado na África em 1947, o vírus zika tem predileção pelas células do cérebro. Essa relação, no entanto, só passou a ser investigada na epidemia de 2015 e 2016, quando se confirmou que o vírus pode levar ao nascimento de crianças com cérebro pequeno (microcefalia) e danos cerebrais. No início, constatou-se que o zika atacava principalmente células imaturas e versáteis que originam os neurônios e outras células cerebrais. Recentemente, viu-se que o alvo preferencial são os astrócitos, células que coordenam o desenvolvimento e a defesa do sistema nervoso central. Agora, um grupo coordenado pelo neurocientista Stevens Rehen, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino, detalhou como se dão os danos nos astrócitos. O zika se apodera das usinas de força (mitocôndrias) e as faz produzir energia extra para a multiplicação viral. A sobrecarga danifica as mitocôndrias e eleva a produção de radicais livres, que causam lesões nos componentes da célula. No núcleo, os radicais livres danificam o DNA. Tanto a sobrecarga das mitocôndrias como as lesões no DNA levam à morte celular. Os dados sugerem ainda que o zika provoca inflamação nos astrócitos (*Scientific Reports*, 27 de janeiro). "Isso nos leva a pensar nas possíveis consequências para bebês infectados na gestação, mesmo que não tenham nascido com microcefalia", diz Rehen.

Uma plataforma para divulgar a ciência brasileira

Começou a funcionar em 12 de fevereiro a Agência Bori, plataforma virtual destinada a facilitar o acesso de jornalistas à produção científica de pesquisadores brasileiros. Criada pela jornalista Sabine Righetti e pela bióloga Ana Paula Moraes, pesquisadoras da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a agência tem como objetivo levar às redações dos meios de comunicação impressos e digitais o resultado dos trabalhos científicos desenvolvidos no país. A expectativa é que, em seguida, essa informação alcance uma proporção maior da população brasileira. Toda semana, jornalistas cadastrados terão acesso a artigos científicos antes de sua publicação em periódicos especializados e a resumos explicativos dos trabalhos. As reportagens elaboradas a partir desse material só podem ser publicadas a partir de uma data preestabelecida. No site da Bori, ficam disponíveis para qualquer pessoa os resumos de outros trabalhos, que podem ser republicados. O nome da agência, cujo desenvolvimento foi financiado pela FAPESP e pelo Instituto Serrapilheira, homenageia a psicóloga Carolina Bori (1924-2004), professora da Universidade de São Paulo (USP) e primeira mulher a presidir a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Righetti e Moraes inspiraram-se nos serviços internacionais EurekAlert! e AlphaGalileo, que disponibilizam pesquisas de diferentes países, mas têm participação restrita de estudos do Brasil.

Fique de olho na sua cintura

Um documento publicado em fevereiro pela Sociedade Internacional de Aterosclerose (IAS) e pelo Grupo Internacional sobre Risco Cardiometabólico (ICCR) recomenda aos profissionais da saúde que incluam um procedimento simples na avaliação e no acompanhamento de pessoas com sobrepeso e obesidade (*Nature Reviews Endocrinology*, 4 de fevereiro). Esse procedimento é a medição da circunferência da cintura, importante por indicar melhor a concentração de gordura no abdômen, mais nociva para a saúde. Para evitar diabetes e doenças cardiovasculares, os homens devem manter a cintura com menos de 94 centímetros (cm) e as mulheres abaixo de 80 cm, independentemente da altura. Esse procedimento pode agregar informações a outro mais usado, o índice de massa corporal (IMC). Adotado há mais tempo como indicador de sobrepeso e obesidade, o IMC, no entanto, tem se mostrado insuficiente para avaliar os riscos cardíacos e metabólicos. O cardiologista Raul Santos, do Instituto do Coração da Universidade de São Paulo (InCor-USP), participou da elaboração do consenso, que sugere ainda um ajuste nos valores considerados saudáveis para homens, de 94 cm para 90 cm. O trabalho alerta para a existência de variações étnicas.

Circunferência do
abdômen indica risco
de doenças cardíacas
e metabólicas





A biomédica Helena Nader, nomeada em fevereiro

Nova integrante do Conselho Superior da FAPESP

A biomédica Helena Bonciani Nader, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), passa a integrar o Conselho Superior da FAPESP. Um decreto assinado pelo governador de São Paulo, João Doria, e publicado em 5 de fevereiro no *Diário Oficial* nomeou a pesquisadora para um mandato de seis anos. Ela substituirá a médica Marilza Rudge, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), cujo mandato terminou em dezembro de 2019. Na lista tríplice encaminhada ao governador constavam os nomes de Nader, com 292 votos; do físico Klaus Capelle, da Universidade Federal do ABC, que obteve 174; e do químico Joaquim de Araújo Nóbrega, da Universidade Federal de São Carlos, que recebeu 138. A lista foi resultado de eleição realizada entre 16 e 20 de dezembro pelas instituições de ensino superior e pesquisa do estado de São Paulo. Nader é professora titular de biologia molecular e coordenadora do Instituto de Farmacologia e Biologia Molecular da Escola Paulista de Medicina (EPM-Unifesp), presidente de honra da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), vice-presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e copresidente da InterAmerican Network of Academy of Sciences (IANAS). Suas pesquisas envolvem a química e a biologia de compostos formados por longas cadeias de açúcares (glicosaminoglicanos) que atuam no controle de hemorragias (hemostasia), na divisão e na transformação celular.

Coloridas, mas discretas

É preciso procurar com muita atenção, separando folha por folha das bromélias, para encontrar uma cigarrinha colorida. Assim foi descoberta a espécie *Cavichiana alpina*, na mata da serra de Itatiaia, no Rio de Janeiro, descrita recentemente pelo grupo de pesquisa sobre diversidade de cigarrinhas liderado pelos zoólogos Gabriel Mejdalani e Daniela Takiya, ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (*Zoologia*, 13 de janeiro). Até recentemente bromélias eram consideradas um ambiente inóspito para as cigarrinhas por ser pobre em nutrientes. Esses insetos de pouco mais de meio centímetro de comprimento se alimentam da seiva, que se imaginava não estar facilmente disponível nas bromélias. Em 2014, os pesquisadores da UFRJ descreveram a espécie *Cavichiana bromelicola*, encontrada em uma bromélia numa mata de restinga do mesmo estado – até então o gênero *Cavichiana* era desconhecido. A partir daí, as bromélias passaram a ser incluídas nos ambientes visitados por quem estuda cigarrinhas. Separadas por cerca de 1.800 metros de altitude, as duas espécies são bem aparentadas, conforme indicam os estudos preliminares feitos pelo biólogo Victor Quintas, durante mestrado realizado sob a orientação de Mejdalani. Resta saber como se deu essa diversificação e ocupação de ambientes distintos.



As cigarrinhas *Cavichiana alpina* (vermelha e azul) e *C. bromelicola* (amarela) em laboratório; e *C. bromelicola* na natureza (acima)

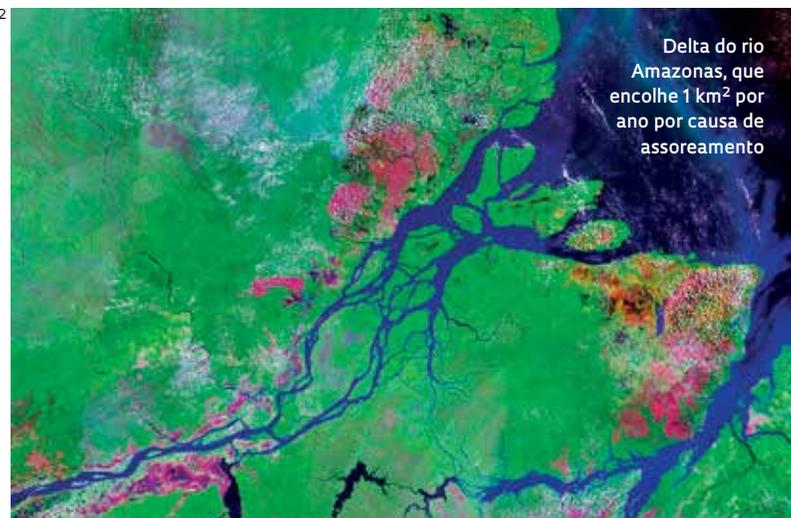
O que há para o jantar?

Parentes dos polvos e das lulas, as sibas (*Sepia officinalis*) têm um cérebro relativamente grande e aprendem com facilidade. Um experimento mostrou agora que elas também são capazes de tomar uma decisão com base em informações do passado. Sob a orientação da psicóloga Nicola Clayton, da Universidade de Cambridge, Reino Unido, e da zoóloga Christelle Jozet-Alves, da Universidade de Caen, França, Pauline Billard submeteu 29 sibas, em momentos alternados, a dois padrões de alimentação. No primeiro, os moluscos recebiam diariamente caranguejos pela manhã e camarões (seu alimento preferido) à noite. No segundo, o caranguejo seguia no cardápio, mas o camarão era oferecido em noites aleatórias. Depois de um tempo, Billard observou que as sibas que recebiam camarão com regularidade comiam menos caranguejos de dia. O consumo de caranguejo aumentava se a oferta de camarão se tornava aleatória (*Biology Letters*, 5 de fevereiro). “Foi impressionante a rapidez com que as sibas adaptaram o comportamento alimentar”, contou Billard à imprensa.



Ações humanas alteram a foz de rios

A derrubada de florestas e a construção de represas estão desfigurando a foz de rios no mundo todo, segundo uma análise de 11 mil pontos em que os cursos fluviais deságuam no mar. O desmatamento aumenta o volume de sedimentos que chega aos rios, contribuindo para assorear os desaguadouros, enquanto o represamento das águas diminui o transporte dos sedimentos, o que causa o alargamento da foz. Realizado por pesquisadores das universidades de Utrecht e Wageningen, ambas nos Países Baixos, essa avaliação indica que, nos últimos 30 anos, os deltas dos rios ao redor do mundo encolheram, em média, 54 quilômetros quadrados (km²) por ano, em consequência de assoreamento. Na América do Sul, os estuários dos rios estreitaram-se, em média, 33 km² por ano por causa do acúmulo de sedimentos. Quem mais encolheu foi o delta do Paraná, a um ritmo médio de 9 km² por ano – é o maior valor entre os 18 maiores deltas do mundo. O do São Francisco perdeu 2 km², e o do Amazonas 1 km². Já a foz que mais se alargou foi a do rio Amarelo, na China, que se tornou 8,3 km² mais ampla a cada ano. Segundo os autores, em escala global, o assoreamento foi maior do que a perda de sedimentos. Nos próximos anos, porém, a construção de barragens e a mineração de areia deve aumentar nos países em desenvolvimento, reduzindo o suprimento de sedimentos fluviais para os deltas do rio.



Laços não declarados com o exterior

O Departamento de Educação do governo dos Estados Unidos está investigando as universidades Harvard e Yale por não declararem receber financiamento de governos estrangeiros. Segundo comunicado assinado pela secretária de Educação, Betsy DeVos, Yale omitiu contratos com instituições do exterior no valor de US\$ 375 milhões, enquanto Harvard não teria controle apropriado sobre dinheiro estrangeiro nem declarado dotações e contratos com o exterior, como exigido por lei. O caso de Harvard rendeu uma prisão. Em janeiro, Charles Lieber, diretor do Departamento de Química e Bioquímica da universidade, foi detido e processado por mentir a autoridades federais. Segundo o Departamento de Justiça, em 2011 Lieber tornou-se um “cientista estratégico” da Universidade de Tecnologia de Wuhan (WUT), na China, e manteve um contrato entre 2012 e 2017 com o Mil Talentos, programa do governo chinês para recrutar pesquisadores de alto nível radicados nos Estados Unidos e na Europa. Lieber recebia da China US\$ 50 mil mensais e obteve US\$ 1,5 milhão para estabelecer um laboratório na WUT. Ele deveria ter comunicado os vínculos a Harvard e às agências que financiavam suas pesquisas nos Estados Unidos, mas manteve segredo. Há tempos, os laços de pesquisadores em atividade nos Estados Unidos com colegas e governos estrangeiros são um tema sensível no país – esconder o vínculo é considerado má conduta. Uma investigação realizada em 2019 pelos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) identificou 180 cientistas estrangeiros que trabalhavam em instituições norte-americanas e haviam omitido receber apoio de governos e instituições do exterior (ver Pesquisa FAPESP nº 288).

A diversidade de plantas da Caatinga

Único ecossistema inteiramente brasileiro, a Caatinga tem uma diversidade de plantas com flores (angiospermas) proporcionalmente maior do que a da floresta amazônica. Em média, são 4 espécies por mil quilômetros quadrados (km²) na Caatinga e 2,5 espécies por mil km² na Amazônia (*Journal of Arid Environments*, 6 de janeiro). Essa conclusão resulta de um levantamento feito por pesquisadores das universidades Estadual de Feira de Santana (UEFS) e Federal da Bahia (UFBA). No trabalho, o botânico Moabe Fernandes e seus colaboradores listaram 3.347 espécies de angiospermas na Caatinga, que ocupa uma área de 850 mil km² – a floresta amazônica é seis vezes maior e tem 11,9 mil espécies. Do total de angiospermas encontradas na Caatinga, 526 espécies são exclusivas desse ecossistema. Outras 1.319 (39,4% do total) são compartilhadas com a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica. Nos últimos 10 anos, foram descritas cerca de 90 novas espécies de plantas da Caatinga, como *Prosopanche caatingicola*, uma raiz parasita; *Ceiba rubriflora*, uma árvore de grandes flores vermelhas; e *Stemodia perfoliata*, uma erva coletada pela primeira vez pelo botânico francês Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853) que permaneceu guardada sem nome no Museu Nacional de História Natural de Paris por dois séculos.

Algumas das 3.347 espécies de plantas com flores da Caatinga

Ruprechtia ramiflora



Brasiliocereus estevesii



Jatropha mutabilis



Ceiba pubiflora



Amburana cearensis



Libidibia ferrea



Trischidium molle



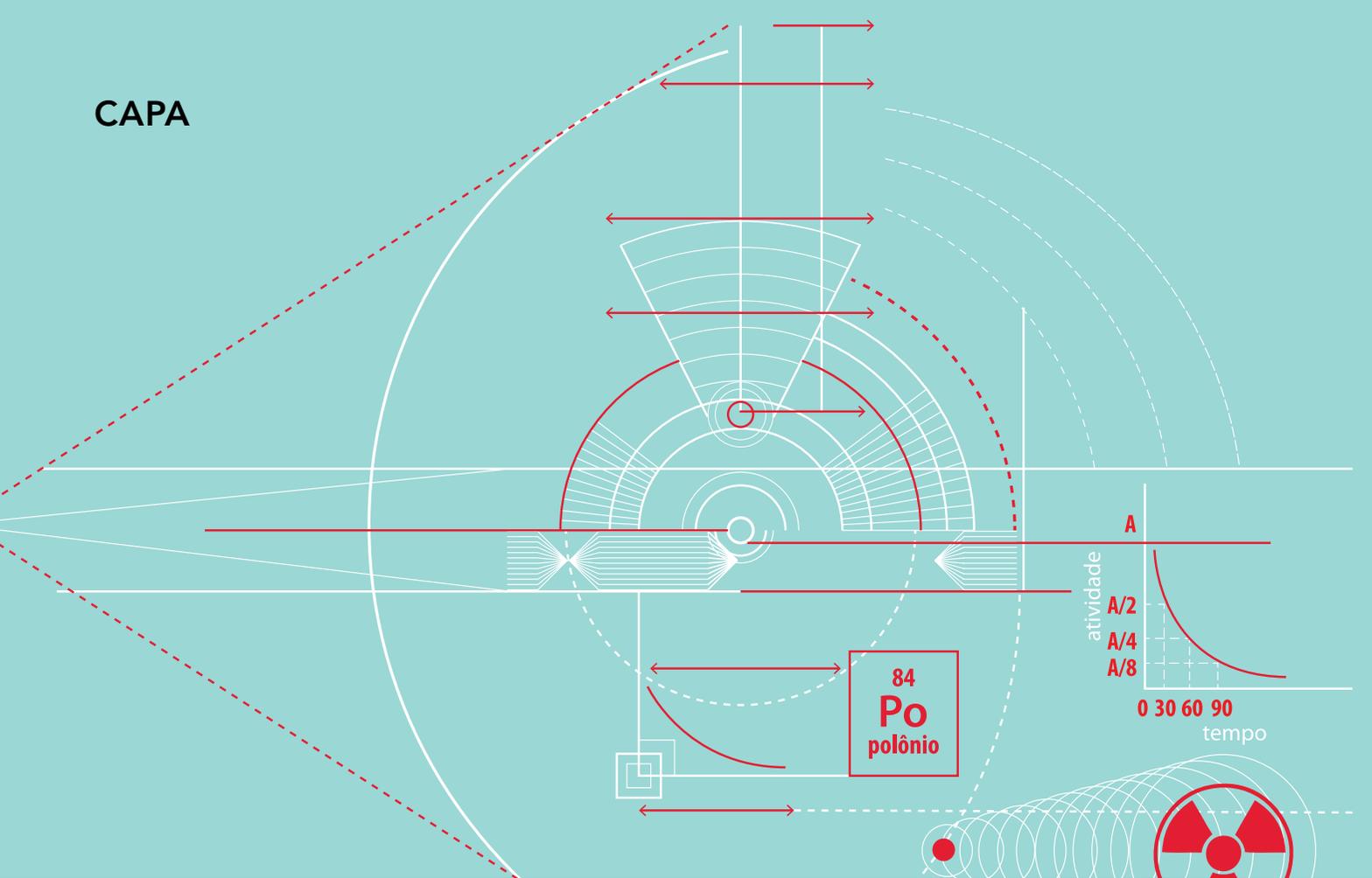
Arrojadoa penicillata



Jatropha ribifolia



CAPA



84
Po
polônio

88
Ra
rádio

O GÊNERO DA CIÊNCIA

α
 β
 γ

Diálogo com teorias feministas abre novas frentes de investigação em distintas áreas do conhecimento

Christina Queiroz

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/03/2020

A maioria das pesquisas básicas com animais usa apenas machos

SAÚDE E BIOMEDICINA

? A maioria das pesquisas básicas com animais usa apenas machos.

Com isso, características do sexo feminino potencialmente ligadas a doenças permanecem pouco estudadas.

↔ Nos EUA, legislação federal obriga que estudos com seres humanos, financiados com recursos públicos, incluam mulheres no universo da pesquisa. Além disso, pesquisas experimentais devem incluir animais de ambos os sexos, a menos que haja justificativa fundamentada.

= Estudos que consideraram as alterações fisiológicas da gravidez, do ciclo da menopausa revelaram a influência de hormônios femininos sobre o sistema de defesa, ajudando a compreender doenças autoimunes.

? QUESTÃO
↔ MUDANÇAS
= CONSEQUÊNCIAS

Qual o impacto da presença de mulheres na ciência e da discussão sobre gênero nos resultados de pesquisas científicas? Artigo publicado em 2018 na *Lancet Oncology* mostra, por exemplo, que considerar a variável sexo na compreensão de dinâmicas genéticas e hormonais pode trazer inovação à imunoterapia contra o câncer. Em 2017, estudo divulgado pela *Nature Medicine* revelou que a descoberta de diferenças sexuais em padrões moleculares permite aprimorar o desenvolvimento de remédios para alívio da dor e depressão. Em movimento que teve início no final da década de 1980 e ganhou força a partir dos anos 2000, cientistas têm incorporado a análise de sexo e gênero em seus projetos. A medida tem dado novos rumos a estudos em múltiplas áreas do conhecimento, como biomedicina, demografia, inteligência artificial e filosofia.

Nas últimas décadas, governos, universidades e empresas de diferentes partes do mundo têm adotado estratégias para absorver os desafios envolvendo igualdade de gênero e diversidade em carreiras de pesquisa. De acordo com Londa Schiebinger, professora de história da ciência na Universidade Stanford, na Califórnia, Estados Unidos, e diretora do projeto Gendered Inno-

vations in Science, Medicine, and Engineering, a medida diz respeito tanto a inclusão de mulheres quanto a de outros grupos sub-representados. Além disso, muitas organizações têm se empenhado em promover transformações na cultura institucional, de maneira a permitir que perfis variados ascendam profissionalmente. “Nesse caminho, a incorporação de variáveis de sexo ou gênero voltada à inovação na pesquisa científica representa a área mais nova e importante para o futuro da ciência”, considera Schiebinger, pioneira no mapeamento e sistematização de metodologias que incorporam o viés de sexo ou gênero em análises científicas. De acordo com ela, o movimento pode favorecer a elaboração de pesquisas com células-tronco e inteligência artificial, estudos nas áreas da ciência da computação e robótica. “Até hoje, a maioria das investigações baseou-se em células e tecidos masculinos quando se estuda seres humanos e animais. Os modelos de referência tratam os homens como norma”, observa a pesquisadora. As consequências dessa dinâmica passam, por exemplo, pelo desenvolvimento de medicamentos que causam mais efeitos colaterais em mulheres, como é o caso de 10 produtos farmacêuticos retirados do mercado em 2001 pelo governo norte-americano. Na ocasião, constatou-se que oito dos 10 remé-

Estudos sobre os mecanismos que controlam o desenvolvimento dos órgãos sexuais focam apenas os testículos

dios apresentavam maiores riscos para mulheres e quatro deles podem ter causado mais efeitos adversos para elas porque eram prescritos com mais frequência do que aos homens. “O desenvolvimento dessas medicações custou bilhões de dólares e elas causaram morte e sofrimento. A ciência não pode se dar ao luxo de errar”, afirmou Schiebinger durante o 8º encontro do Global Research Council realizado ano passado, em São Paulo.

No site Gendered Innovations, Schiebinger mostra como a incorporação da análise de sexo ou gênero pode propiciar inovação. Estudos publicados em 2002 e 2007 constataram a existência de diferenças sexuais nas propriedades de células-tronco adultas. As pesquisas mostraram que a capacidade regenerativa das células-tronco derivadas de músculo é maior no caso feminino, descoberta que pode abrir novas perspectivas para tratamentos para recuperação do miocárdio e de distrofia muscular.

Na mesma linha, em artigo publicado em 2019 na *Nature*, Schiebinger e outros autores discutem estudos de caso em áreas como mudanças climáticas, engenharia e robótica. Um desses estudos diz respeito à utilização do Google Translator. Quando traduz assuntos relativos à ciência, tecnologia, engenharia e matemática, a ferramenta

costuma utilizar padrões masculinos. Schiebinger conta que percebeu o desvio ao utilizar a ferramenta para ler reportagens sobre ela, publicadas em língua espanhola. Algo parecido, mas com sinal inverso, ocorre com algoritmos que produzem, de forma automática, legendas de imagens. Em fotos de homens na cozinha, por exemplo, eles costumam ser identificados como mulheres. “Quando um programa padroniza suas traduções na área da ciência com termos masculinos, reforça o estereótipo de que os homens são intelectuais ativos, enquanto as mulheres, não”, observou a pesquisadora no evento em São Paulo. A primeira reunião entre especialistas do Google e pesquisadores de Stanford para discutir a questão das traduções enviesadas ocorreu em 2012. Embora tenha assumido o compromisso de resolver o problema naquele mesmo ano, mudanças parciais ocorreram apenas em 2019. “É mais difícil corrigir algo quando a plataforma básica está definida. Daí a importância de se considerar o viés de sexo e gênero desde o início de uma pesquisa.” Para Schiebinger, o equívoco no algoritmo do Google Translator pode estar relacionado, entre outros aspectos, ao fato de que nas faculdades de engenharia e computação não são ministradas disciplinas que ensinem os estudantes a considerar análise de gênero em suas investigações.

rolam

cavam

DOENÇAS CARDÍACAS

? Historicamente associadas a um problema de saúde masculino, as doenças isquêmicas do coração (DIC) constituem a principal causa de morte entre mulheres nos EUA, segundo a OMS.

↻ Principalmente a partir da década de 1990, houve um aumento no número de pesquisadoras investigando doenças cardíacas. Ampliação do conhecimento sobre como sexo biológico e comportamentos de gênero se relacionam com essas enfermidades.

= Diagnóstico e tratamento aprimorados para mulheres e homens.

GENÉTICA E SEXO

? Por décadas, estudos sobre os mecanismos que controlam o desenvolvimento dos órgãos sexuais focaram apenas os testículos. Por isso, acreditava-se que os ovários resultavam de um desenvolvimento passivo da gônada bipotencial.

↻ Reconhecimento do desenvolvimento ovariano como processo ativo e identificação de seus mecanismos.

= Maior conhecimento de como testículos e ovários se desenvolvem e funcionam. Adoção de nova linguagem para descrever a diferenciação das gônadas.

Reiteradas vezes, nas palestras que ministrou para falar sobre a importância da presença feminina na ciência, Márcia Barbosa, professora do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), teve de responder por que, “se a ciência viveu tão bem sem as mulheres”, seria agora preciso incorporá-las. “As respostas começaram a surgir em 2005, quando os primeiros estudos realizados por consultorias de negócios constataram que ambientes de trabalho diversos propiciam melhores resultados financeiros”, conta a pesquisadora, que trabalha com questões de gênero na ciência há duas décadas, de forma paralela a estudos sobre propriedades da água. Nesse universo, segundo ela, uma das pesquisas que causou mais impacto foi desenvolvida pela consultoria norte-americana McKinsey, divulgada em 2015. Ao analisar dados de 366 companhias dos Estados Unidos, a consultoria identificou que aquelas com maior diversidade de gênero eram 15% mais propensas a ter retornos financeiros acima da média nacional, e as que apresentavam maior diversidade étnica-racial eram 35% mais propensas a obter ganhos acima da média.

“Estudos mostram que ambientes diversos favorecem o desenvolvimento de mecanismos de inteligência coletiva”, afirma Barbosa ao mencionar outra investigação, publicada na *Science*, em

2010, por pesquisadores de instituições norte-americanas como na Universidade Carnegie Mellon e no Massachusetts Institute of Technology (MIT). “No meio empresarial, constatou-se que a diversidade profissional influi na obtenção de resultados financeiros melhores. No científico, também é importante contar com pesquisadores de perfis variados. A diversidade cria um ambiente propício para o florescimento de ideias inovadoras”, observa.

Embora seja consenso que não basta incorporar mais mulheres para assegurar resultados inovadores, sendo indispensável promover mudanças metodológicas, não há dúvida de que o processo de inclusão tende a trazer novos olhares para o objeto de análise. Publicado em 2017 na *Nature Human Behaviour*, trabalho de pesquisadores de Stanford e da Universidade Aarhus, da Dinamarca, que analisou mais de 1,5 milhão de artigos na área médica, constatou a existência de conexão entre a participação de mulheres e a atenção dada, no desenvolvimento das respectivas pesquisas, à análise de sexo e gênero.

Barbosa, da UFRGS, explica que quando começou a tratar publicamente das questões de gênero, situações de assédio eram naturalizadas

Nos testes de segurança de carros, predomina o de manequins masculinos, embora as mulheres sejam mais graves em colisões

e esse tipo de discussão não era bem recebido no meio acadêmico. “Hoje o panorama é distinto. Há muitas pessoas preocupadas com o assunto na academia”, avalia. Ela atribui parte dessa mudança ao movimento feminista, que gradualmente viabilizou, entre outras conquistas, a ampliação do acesso à educação. No Brasil, avanços recentes envolvem o direito à licença-maternidade/paternidade durante a vigência de bolsas de pesquisa e ações para combater situações de assédio.

Um dos reflexos mais significativos que a discussão de gênero trouxe para campos de pesquisa como a demografia e a filosofia envolve mudanças no entendimento de questões até então tratadas como pertencendo à esfera privada da vida das mulheres, entre elas a maternidade e a violência doméstica.

Na demografia, historicamente se trabalhou com recortes populacionais divididos conforme sexo e idade, mas teorias feministas têm levado à ampliação das frentes de investigação, sobretudo a partir do final do século XX. De acordo com a demógrafa Gláucia Marcondes, do Núcleo de Estudos de População Elza Berquó da Universidade Estadual de Campinas (Nepo-Unicamp), nos últimos 20 anos a incorporação de perspectivas

de gênero e raciais em estudos populacionais, desenvolvidos principalmente por pesquisadoras, com destaque para o pioneirismo da demógrafa Elza Berquó, têm fornecido importantes contribuições para o entendimento das desigualdades entre migrantes, nos padrões e níveis da mortalidade e fecundidade.

Marcondes destaca que uma das mudanças mais significativas na dinâmica demográfica brasileira recente envolve a redução na quantidade de filhos. “Se em 1960 a média era de 6,2 filhos por mulher, em 2010 passou a ser de 1,9. Uma mudança significativa, observada em famílias de todas as classes sociais”, relata. Na avaliação da demógrafa, essa transformação pôde ser mais bem compreendida a partir dos estudos de gênero, que identificaram novas maneiras de as mulheres se posicionarem na sociedade, investindo em educação e buscando permanecer no mercado de trabalho — tendência crescente observada principalmente entre casadas e com filhos. “Em gerações anteriores, ser casada e ter filho eram barreiras quase intransponíveis para quem queria estudar e ter uma profissão”, compara. Ancorados em teorias de gênero, os estudos demográficos têm questionado quanto a pressão da vida pública envolvendo mercado de trabalho, escolaridade e segurança financeira

nça de

USO

linos,

sofram lesões

ões

INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

? Nos testes de segurança de carros, predomina o uso de manequins masculinos, embora as mulheres sofram lesões mais graves em colisões.

↗ Conscientização sobre a necessidade de realizar testes para investigação do impacto de acidentes em mulheres, idosos e fetos.

= Empresas do setor automobilístico aperfeiçoaram seus testes de segurança, levando em consideração a necessidade de incluir distintos indivíduos.

CÉLULAS-TRONCO

? Nos estudos sobre células-tronco não se fazia distinção entre os sexos delas.

↗ Constatação da existência de diferenças sexuais nas propriedades de células-tronco adultas.

= Pesquisas com animais mostraram que o sexo das células-tronco pode influenciar características terapeuticamente relevantes, como as taxas de proliferação e diferenciação dessas células. Descobertas envolvendo genética, ambientes hormonais e epigenética melhoraram o entendimento da biologia e das terapias com células-tronco.

afeta escolhas na esfera privada, como a decisão de evitar ou adiar a maternidade.

O fato de o Brasil passar por um processo de envelhecimento não pode ser ignorado. Projeção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica que mais de 25% da população terá 65 anos ou mais até 2060. “Nesse contexto, o entendimento de aspectos da vida privada das mulheres, como a decisão de ter ou não filhos, passa a ser cada vez mais discutido como questão pública”, informa Marcondes. O envelhecimento populacional também é uma área contemplada pelas análises de Schiebinger, que mostram a necessidade de se considerar sexo e gênero na elaboração de tecnologias de assistência a idosos. “As mulheres, por exemplo, tendem a viver mais, mas podem ter mais doenças debilitantes, enquanto os homens parecem apresentar maior propensão para, por exemplo, perda auditiva. O sucesso dessas tecnologias depende da capacidade de atender corretamente as diferentes preferências da população”, comentou, no evento em São Paulo.

Ainda na área da demografia, Marcondes, da Unicamp, lembra que a inclusão do viés de gênero trouxe novos aportes aos estudos sobre mercado de trabalho, que passaram a mapear não apenas a desigualdade de renda, como também as diferenças na distribuição das jornadas de trabalho.

“Pesquisas identificaram que o trabalho reprodutivo e doméstico desempenhado pelas mulheres tem grande efeito sobre a vida das famílias e a dinâmica econômica”, afirma. Da perspectiva da demografia, ela considera que ir além do sexo binário constitui desafio na realização de estudos destinados a mapear a identidade sexual e de gênero da população. “O Censo de 2010 foi o primeiro a trabalhar com a variável ‘casal do mesmo sexo’”, relata. Marcondes afirma que a informação continuará sendo captada pelo Censo de 2020. “Na demografia, as primeiras linhas de pesquisa voltadas ao entendimento da população LGBTI surgiram há apenas 10 anos”, observa.

Alinhada com um movimento que procurou questionar a baixa representatividade feminina no campo da filosofia, no segundo semestre de 2018, Monique Hulshof, do Departamento de Filosofia da Unicamp, decidiu ministrar uma disciplina sobre democracia utilizando exclusivamente bibliografia produzida por mulheres. Partiu do trabalho da filósofa britânica Mary Wollstonecraft (1759-1797) até chegar a autoras contemporâneas como a norte-americana Angela Davis. “Por que nos cursos de filosofia estudamos Jean-Jacques Rousseau [1712-1778] e Karl Marx [1818-1883] e não estudamos Davis? Nas aulas, um desafio dos alunos foi repensar nosso cânone

Violência doméstica e decisão de ter filhos eram consideradas tópicos da esfera privada

filosófico”, indica. Outro foi lidar com novos elementos conceituais na reflexão sobre democracia. No âmbito da filosofia política, observa Hulshof, há temáticas que sempre foram consideradas da esfera privada, como a violência doméstica. “Nesse tópico, teóricas feministas trouxeram o entendimento de que a violência doméstica deve ser tratada como problema público, que demanda participação do Estado, responsável pela criação de políticas para combatê-la.”

Hulshof conta que, no Brasil, esses debates se intensificaram entre os anos 2000 e 2016, com a estruturação, no âmbito do governo federal, da Secretaria de Políticas para as Mulheres e a maior inserção de mulheres nas universidades e na pesquisa científica. “Em 1996, apenas 44% dos doutorados eram defendidos por mulheres no país. Em 2004 esse percentual saltou para 51%”, conta Yara Frateschi, professora de ética e filosofia política na Unicamp. Atualmente, em algumas disciplinas das ciências humanas e sociais, como antropologia, sociologia, história e pedagogia, a presença feminina se equipara à masculina. “Mas isso não ocorre, por exemplo, na filosofia, que apresenta patamares similares a áreas como matemática e física”, observa.

Frateschi lembra que a história da filosofia envolve uma tradição milenar, que tende a ser

preconceituosa em relação às mulheres. “Muitos dos autores clássicos, desde Aristóteles [384 a.C.-322 a.C.], retrataram as mulheres como portadoras de uma racionalidade precária e inaptas a participar de atividades da vida pública”, lembra. Além disso, explica, tradicionalmente a filosofia não acolhe a diferença, de modo geral, tampouco a diferença de gênero, em particular. “O sujeito moral e epistêmico da filosofia é classicamente abstrato: não tem gênero, raça ou cultura. A filosofia opera por abstração, mas essas abstrações carregam preconceitos.” Conforme relata Frateschi, a partir dos anos 1970, a disciplina começou a se tornar mais sensível aos estudos feministas, sobretudo nos Estados Unidos, passando a considerar que os sujeitos do conhecimento se constituem em ambientes marcados por papéis e estereótipos de gênero. “Não podemos mais continuar a ensinar filosofia sem considerar questões de gênero e raça. Imagino uma aluna que passa o dia estudando uma literatura que a desrespeita. Não é à toa que na filosofia a presença feminina é tão baixa e a evasão das mulheres tão acentuada”, avalia. Frateschi analisa que é preciso realizar uma leitura crítica dos clássicos e incluir filósofas feministas nas bibliografias, algo que está sendo feito no curso de filosofia da Unicamp.

ENVELHECIMENTO

? Com o aumento da população mundial com mais de 60 anos de idade, cresce a necessidade de atendimento ambulatorial e serviços de saúde em domicílio.

⇒ Pesquisas sobre as necessidades de homens e mulheres idosos e seus cuidadores.

⇒ Constatação de que as mulheres resistem mais à adoção de tecnologias assistivas, como robôs, em ambientes domésticos.

Desenvolvimento de produtos de assistência específicos para idosos, levando em consideração peculiaridades de homens e mulheres.

OSTEOPOROSE

? Quase um terço das fraturas de quadril relacionadas à osteoporose ocorre em homens, na Europa e nos EUA, mas a doença era associada a mulheres na pós-menopausa. Os critérios de diagnóstico foram desenvolvidos para mulheres, com base na densidade mineral óssea de jovens brancas e saudáveis. Os critérios para identificar riscos em homens ainda não estão bem estabelecidos.

⇒ Aperfeiçoamento de valores de referência de densidade óssea para os dois sexos e abertura de novas áreas de pesquisa, considerando a progressão distinta em homens e mulheres.

⇒ Melhoria do diagnóstico em homens e mulheres e aumento do tratamento da osteoporose masculina.

DEMOGRAFIA

? Violência doméstica e decisão de ter filhos eram consideradas tópicos da esfera privada.

⇒ Envelhecimento da população e diálogo com teorias feministas fizeram com que os assuntos passassem a ser tratados como questões da esfera pública.

⇒ Desenvolvimento de estudos para entender como aspectos socioeconômicos impactam decisões envolvendo a maternidade, por exemplo, e a criação de políticas públicas para combater a violência de gênero.

FONTES GENDERED INNOVATIONS, STANFORD.EDU/
GLAUCIA MARCONDES (UNICAMP)

Em pesquisa sobre o desenvolvimento da ginecologia no Brasil, a antropóloga Fabíola Rohden, professora da UFRGS, analisou as temáticas de mais de 7 mil teses de doutorado defendidas na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, entre 1833 e 1940. No estudo, identificou que cerca de 22% do conjunto de trabalhos se referia ao sexo, à sexualidade e ao sistema reprodutivo da mulher. “Por mais de um século, no período de conformação da medicina moderna brasileira, cerca de um quarto dos estudantes de medicina escolheu investigar questões relativas ao sexo e à reprodução”, informa. Surpresa com a grande quantidade de trabalhos dedicados ao tema, ao analisar seu conteúdo, identificou que muitos deles apresentavam o argumento de que a natureza fez os corpos de homens e mulheres associados a diferentes papéis. As teses defendiam que toda energia de meninas púberes deveria ser direcionada para a boa conformação dos seus órgãos sexuais reprodutivos e não para os estudos ou a ciência. “As teses trabalham com a ideia de que se as meninas se dedicassem aos estudos de forma exaustiva sua energia seria deslocada do aparelho reprodutivo ao cérebro, o que seria prejudicial.” Se no século XIX, observa Rohden, o debate sobre as diferenças entre homens e mu-

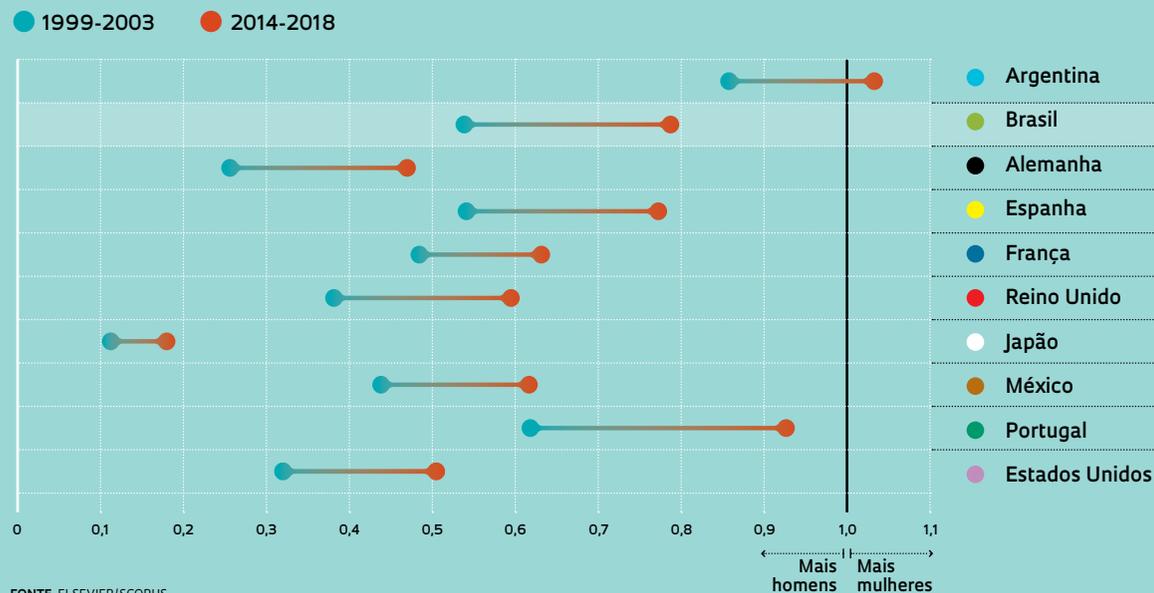
lheres tinha como base a anatomia, mais recentemente tem sido balizado por questões genéticas e da neurociência. O que permanece, comenta, é a discussão acerca de se uma tradição tão marcada pelas dicotomias de gênero pode ser recuperada. Ela menciona que uma grande contribuição para essa controvérsia têm sido as reflexões de filósofas como Donna Haraway. Professora do Departamento de História da Consciência da Universidade da Califórnia em Santa Cruz, nos Estados Unidos, Haraway defende que a produção de conhecimento se dá a partir da inscrição social do cientista e não desde um ponto de vista supostamente neutro.

Para engajar cientistas na busca por transformações, depois de 25 anos identificando preconceitos de gênero na ciência, Schiebinger, de Stanford, decidiu mudar a forma de tratar o assunto. Em 2005, deu início ao projeto Gendered Innovations in Science, Medicine, and Engineering e passou a trabalhar com pesquisadores de diferentes áreas. “Queremos propor mudanças positivas, oferecendo ferramentas para apoiar a elaboração de pesquisas desde o princípio”, propõe. ■

Os projetos, artigos científicos e o livro consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

Onde as cientistas se destacam

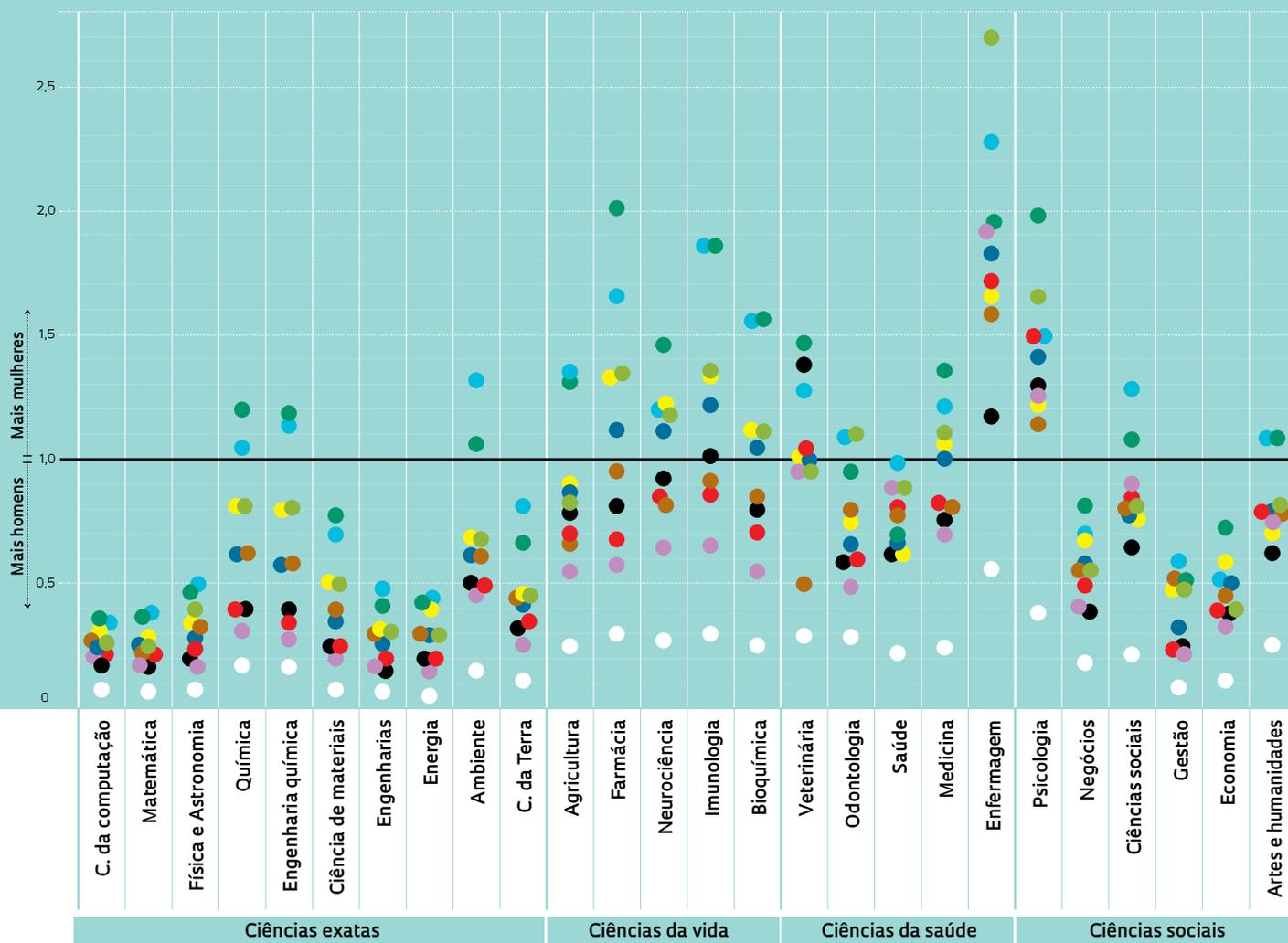
Proporção de mulheres para cada homem entre autores em atividade nos períodos 1999-2003 e 2014-2018



A DESIGUALDADE ESCONDIDA NO EQUILÍBRIO

Mulheres conquistam espaço na carreira científica no Brasil, mas obstáculos no acesso a algumas áreas são desafio

Proporção de mulheres para cada homem entre autores em atividade no período de 2014-2018, por área do conhecimento



A presença das mulheres na ciência do Brasil pode ser analisada segundo duas perspectivas diferentes — ambas são válidas, embora pareçam divergentes. A visão mais favorável se baseia em indicadores que mostram uma grande evolução da participação feminina em laboratórios e universidades. As mulheres são hoje 55,2% dos alunos que ingressam no ensino superior e 61% dos que se graduam, segundo o Ministério da Educação. Desde 2003, tornaram-se maioria em número de doutores e, em 2017, alcançaram o patamar de 54% dos titulados. Também puderam aproveitar oportunidades na carreira acadêmica. Se nos anos 1990 havia quase duas vezes mais homens do que mulheres na liderança de grupos de pesquisa no país, a estatística mais recente, divulgada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2016, mostra que a vantagem masculina caiu para 15%.

Mas esses dados gerais, que colocam o país entre os que mais avançam rumo ao equilíbrio de gênero na ciência, não dão conta de mostrar uma outra perspectiva igualmente importante. De forma mais acentuada do que se vê em outras nações, há carreiras dominadas por homens, por exemplo em matemática e engenharias, enquanto outras, como enfermagem e pedagogia, permanecem territórios femininos. “A igualdade está distante”, diz a bióloga Jacqueline Leta, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), uma estudiosa das questões de gênero na ciência. Segundo ela, o Brasil tem um diferencial em relação a outros países, que é o maior ingresso de mulheres nos níveis mais altos de educação formal. “A ciência no país não mudou com a presença feminina maior”, afirma. “Os cargos de maior poder em universidades e agências de fomento são ocupados prioritariamente por homens e a concepção da ciência segue a mesma formulada

pelos pioneiros em cada campo do conhecimento, em geral homens, voltada para produzir e publicar resultados em revistas de prestígio.”

A desigualdade é visível no relatório *A jornada do pesquisador pela lente de gênero*, que a editora Elsevier divulga dia 5 de março. O trabalho analisou o sexo de autores de 15 países que publicaram artigos em periódicos da base Scopus entre 2014 e 2018. O Brasil aparece entre as nações mais equânimes, com 0,8 mulher por homem (ante 0,55 no período de 1999 a 2003). O desempenho só foi superado por Portugal (0,9) e Argentina (pouco mais de 1 mulher por homem), mas ficou à frente de Reino Unido (0,6), Estados Unidos e Alemanha (0,5).

O equilíbrio desaparece quando se analisa a proporção de autores em algumas disciplinas. Em ciência da computação e matemática, por exemplo, há 0,25 autor do sexo feminino para cada autor masculino no Brasil, uma sub-representação que se vê nos demais países. Já em áreas como farmacologia ou imunologia, o sinal se inverte e há 1,36 mulher para cada homem. Nesses casos, é uma peculiaridade brasileira, pois nos Estados Unidos e no Reino Unido tais disciplinas têm mais autores homens. A disciplina mais feminina é a enfermagem, mas o Brasil consegue superar todos os concorrentes, com três vezes mais autoras de artigos do que autores. De acordo com Dante Cid, vice-presidente de relações acadêmicas na América Latina da Elsevier, o equilíbrio de gênero nos dados da ciência brasileira é impulsionado pela elevada participação de mulheres nas ciências médicas e da saúde, que têm uma comunidade numerosa e produtiva. “Para compreender esse desempenho, talvez a pergunta mais adequada fosse: por que na área de ciências da saúde a presença feminina é tão grande no Brasil?”, indaga.

Uma parte da resposta remonta à década de 1970, quando a ampliação da oferta de vagas no ensino superior atraiu mulheres para profissões ocupadas por homens — carreiras ligadas ao cuidado com as pessoas, como medicina e odontologia, foram exemplos. É verdade que elas se concentraram em especialidades menos disputadas, como pediatria, ginecologia e dermatologia, ocupando hoje mais de 60% de seus postos de trabalho. Na enfermagem, a proporção passa de dois terços. Já áreas como cirurgia, ortopedia e neurologia o predomínio é masculino.

Estudos de gênero costumam apontar dois tipos de segregação enfrentadas pelas cientistas na carreira. Um deles é motivado, entre outros fatores, por uma percepção arraigada na sociedade de que mulheres não são competentes o bastante para atuar em áreas de caráter experimental ou abstrato. Isso faz com que muitas nem sequer considerem seguir essas carreiras. O segundo tipo

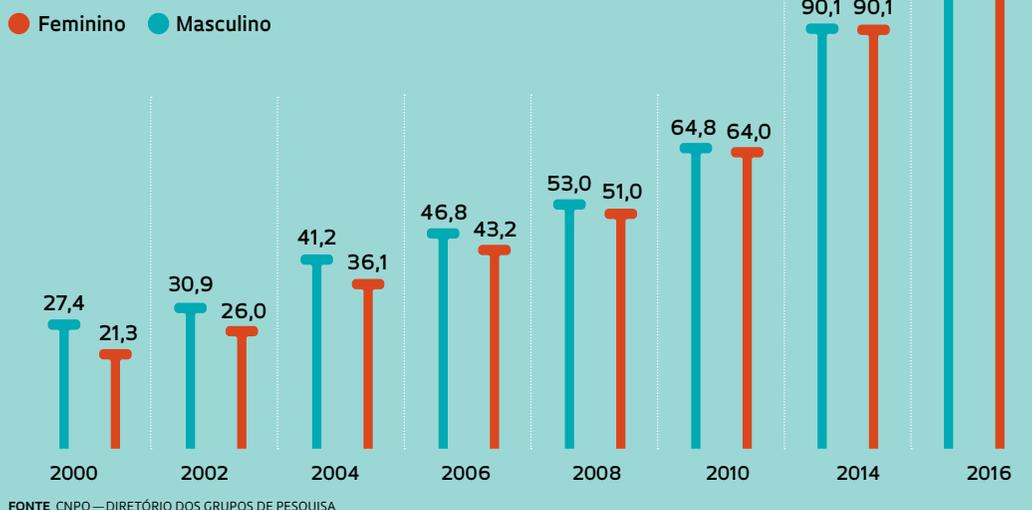
delimita a ocupação de espaços de poder em um campo do conhecimento: enquanto os homens conquistam cargos de maior remuneração, elas ficam nos postos com menor prestígio.

Esse fenômeno aparece em ambientes inusitados. Camila Dias Carneiro Rígolin, pesquisadora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), estudou os perfis de gênero em *think tanks* brasileiros, instituições de pesquisa que funcionam fora de universidades e são compostas por especialistas em determinados temas. Em um desses centros, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), ela constatou um efeito curioso: apesar de os pesquisadores — denominados técnicos em planejamento e pesquisa — serem selecionados por concurso público, os homens tiveram mais interesse e sucesso em disputar as vagas: em 2017, os quadros do Ipea eram compostos por 154 profissionais do sexo masculino e apenas 34 do feminino. A fonte consultada foi o Diretório de Técnicos de Pesquisa do Ipea, combinada com dados da Plataforma Lattes. E embora não houvesse diferença na formação — quase todos os técnicos são doutores e a maioria é formada em economia e sociologia —, os campos de estudo a que os dois gêneros se dedicavam eram diferentes. “Enquanto os temas mais frequentes dos homens são finanças públicas e políticas públicas, as pesquisadoras optaram por tópicos como políticas sociais, ciência, meio ambiente e tecnologia e inovação, de tradição mais recente na agenda do instituto”, explica Rígolin.

Áreas como matemática e filosofia permanecem refratárias à integração feminina e encarnam um fenômeno perverso apelidado de “vazamento de duto”: as mulheres são minoria quando ingressam na graduação e vão se tornando ainda mais escassas durante a progressão na carreira. O “vazamento” começa ainda na idade escolar. Na Olimpíada Brasileira de Matemática nas Escolas Públicas disputada em 2018, apenas 30% dos medalhistas no ensino fundamental eram garotas e a proporção ficou menor, na casa dos 20%, entre os participantes do ensino médio. “Existe uma percepção social de que, em algumas carreiras, o sucesso não depende de esforço, mas sim de um talento nato”, explica Carolina Bhering de Araujo, pesquisadora do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa). “Na matemática, esse preconceito, somado ao estereótipo de que homens são mais inteligentes que mulheres, desestimula muitas meninas a ir adiante.” Segundo ela, a escassez de exemplos femininos faz com que muitas garotas com interesse em matemática desistam. “Eu tinha um exemplo forte em casa, o da minha mãe, que é engenheira. Mas ao longo de minha formação em matemática só tive duas professoras”, diz ela, até recentemente a única mulher no corpo de 50 pesquisadores do Impa — neste ano, ingressou no instituto a matemática Luciana Luna Lomonaco.

O avanço progressivo das mulheres

Pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, por sexo, em milhares



Carolina Araujo, que concilia o trabalho de pesquisadora com iniciativas para atrair meninas para a matemática, diz que a crença no estereótipo de que homens são mais inteligentes que mulheres aparece no final da primeira infância. Ela menciona um experimento com crianças dos Estados Unidos que receberam imagens de quatro pessoas, dois homens e duas mulheres, e deveriam dizer quem é o protagonista — uma pessoa muito inteligente — de uma história contada previamente. “Aos 5 anos, as crianças tendem a identificar o protagonista como sendo de seu próprio gênero. Mas aos 6 e 7 anos a maioria das garotas passa a apontar a imagem de um homem”, conta.

Se a matemática permanece pouco acessível, tem havido avanços em outros espaços tradicionalmente masculinos. Um trio de pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro analisou a evolução da concessão de bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq entre 2001 e 2012 — essas bolsas são vistas como um reconhecimento simbólico acerca da maturidade de um pesquisador. O estudo captou movimentos curiosos. Em ciências exatas e da Terra, as mulheres tiveram um ligeiro aumento na sua participação entre os bolsistas: de 19,1%, em 2001, para 23,3%, em 2012. No caso das engenharias, o crescimento foi de 14% para 18,8% e se destacou em algumas subáreas, caso da engenharia sanitária, em que elas evoluíram de 13,9% para 30,9% do total de bolsistas, e engenharia química (de 29,8% para 39,7%). Já em outras houve reversão, como engenharia elétrica, em que o quinhão feminino foi de 4,9% para 3,3%.

Em ciências humanas, caiu de 52,5% em 2001 para 50,6% em 2012 — a redução se deveu ao aumento de pesquisadores do sexo masculino mais jovens —, em ciência política, as bolsistas passaram de 46,5% para 33,7% do total. O grupo de autores do trabalho criticou a concentração de bolsas em ciências exatas e da Terra e engenharias, predominantemente masculinas, por reforçar a desvantagem das mulheres no ambiente acadêmico.

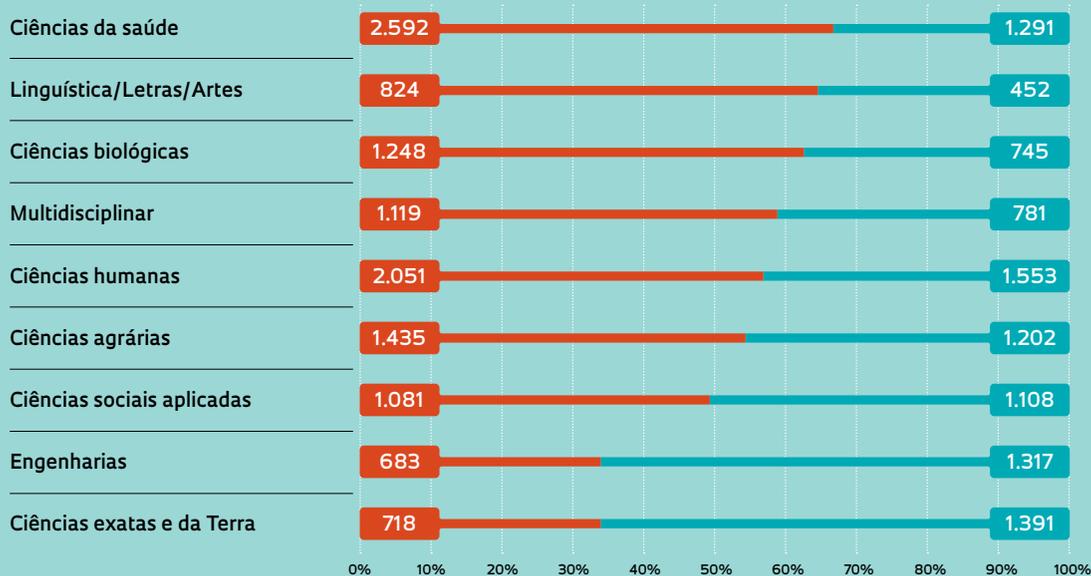
Estratos mais altos da carreira continuam concentrando muitos homens. A composição dos membros da Academia Brasileira de Ciências (ABC) foi esquadrihada em um artigo publicado por sete pesquisadoras na revista *Anais da ABC* em 2018. Dos 518 titulares, só 69 eram mulheres. Nas engenharias, havia uma mulher e 39 homens. O estudo mostrou que a produtividade científica nos dois gêneros é semelhante, mas as pesquisadoras se engajam mais na orientação de estudantes.

Durante muitos anos, o debate sobre a desigualdade de gênero na ciência esteve na órbita da defesa de direitos civis, mas no passado mais recente ganhou mais argumentos. “Quanto maior for a diversidade no ambiente acadêmico, maior será a sua capacidade de entender e enfrentar um problema”, definiu a antropóloga Alice Rangel de Paiva Abreu, da UFRJ, ao receber a menção honrosa do prêmio Carolina Bori, Ciência & Mulher, concedido pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em 11 de fevereiro. A lógica é a seguinte: a segregação de mulheres, minorias étnicas ou outros grupos restringe o capital humano disponível para fazer avançar o conhecimento e é nocivo para a ciência (*ver reportagem na página 18*).

Territórios masculinos e femininos

Títulos de doutorado por grande área, número e participação — 2017

● Feminino ● Masculino



FONTE 1996-2012 — MESTRES E DOUTORES 2015, CGEE (2016). 2013-2017 — PLATAFORMA SUCUPIRA/CAPEIS, ELABORAÇÃO PROGRAMA DE INDICADORES DE CT&I/FAPESP

Um prejuízo dessa segregação pode ser visto no campo da inovação. Camila Rigolin, da UFSCar, está estudando o gênero dos proponentes de projetos para o programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP. Constatou, de um lado, que o percentual de mulheres entre os responsáveis por projetos é significativo: dos 1.788 projetos contratados até 2017, 388 contemplados tiveram coordenação feminina. “Essa proporção é equivalente aos cerca de 20% encontrados em novas empresas de base tecnológica em conhecimento de países da União Europeia, como Alemanha e Irlanda”, diz. As pesquisadoras empreendedoras do Pipe, segundo o estudo em andamento, têm nível de doutorado e robusta produção científica, mas seu perfil é marcado pela segregação vigente no campo acadêmico: segundo Rigolin, há poucas engenheiras e cientistas da computação, como é comum entre os fundadores de startups do sexo masculino. “A contribuição das mulheres para empresas de base tecnológica poderia ser maior. A maioria das empreendedoras do Pipe se forma nas áreas com forte presença feminina, como ciências biológicas. Química e farmácia aparecem logo em seguida”, explica. “Não por coincidência, a maioria das empresas beneficiadas por projetos Pipe lideradas por mulheres está na área de ciências da saúde.”

Dados da base Scopus sobre a produção científica mundial entre 2011 e 2015 mostram que as pesquisadoras brasileiras publicam menos artigos do que os colegas homens, embora não haja evidência de que isso afete as citações de seus artigos. A média feminina foi de 1,2 artigo por ano, ante 1,5 artigo no desempenho masculino. Nos Estados Unidos as autoras publicaram 1,8 artigo por ano e no Reino Unido 1,9. As pesquisadoras brasileiras também se engajam menos em colaborações internacionais. Cerca de 20% de seus artigos têm coautores estrangeiros — entre os homens, o índice chega a 25%. O fenômeno brasileiro carece de um estudo detalhado, mas há queixas sobre a sub-representação das mulheres entre revisores de artigos científicos e no corpo editorial dos periódicos, o que poderia ser uma fonte de viés na triagem de artigos.

Em um trabalho publicado na *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, a socióloga Maria Cristina Hayashi, da UFSCar, e sua aluna de doutorado Juliana Franco de Camargo analisaram a participação feminina em quatro periódicos científicos da área de cirurgia: *Acta Cirúrgica Brasileira*, *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular* e *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias*. Em um universo de 920 artigos publi-

Mais mulheres doutoras

Títulos de doutorado por sexo, Brasil 1996–2017, em milhares e porcentagem



cados entre 2010 e 2014, 585 tinham apenas homens como autores, 219 só mulheres e 116 autores dos dois sexos. O resultado foi consistente com o que se conhece sobre a cirurgia, área da medicina majoritariamente masculina. “Existe uma ideia arraigada entre o público leigo de que a força dos homens seria um pré-requisito para abrir o peito de um paciente em uma cirurgia cardíaca”, diz Hayashi, que ouviu esse relato nas discussões sobre gênero na ciência em sala de aula.

Mais surpreendente foi observar a influência masculina no corpo editorial das quatro publicações, que contavam com apenas quatro mulheres em um universo de 28 editores. Também havia uma espécie de divisão de tarefas. No comitê científico das revistas, havia 155 homens e 3 mulheres, enquanto no corpo de revisores eram 67 mulheres para 5 homens. “Vários nomes femininos estavam ligados a funções vistas como menos nobres, como revisão gramatical e editoração”, diz Hayashi, que é pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da UFSCar. “É preciso investigar se essa predominância masculina não cria um viés de gênero na seleção dos artigos, algo que já foi observado em trabalhos no exterior. Os revisores não sabem o gênero do autor do texto que estão examinando, mas o editor sabe.”

Em artigo publicado em 2018 na *Revista ABC*, da Associação Catarinense de Bibliotecários, Hayashi examinou a autoria de 333 trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ciência da Informação (Enancib) realizados entre 1994 e 2016. Entre os autores, havia 519 mulheres ante 230 homens. A divisão confirma a influência feminina na área e, talvez, o principal achado do artigo se relacione ao número de estudos sobre a questão do gênero apresentados nos encontros — apenas 13, ou menos do que 4%. “Existe uma boa produção de indicadores sobre gênero na ciência, mas são poucos os estudos bibliométricos no campo da ciência da informação no Brasil”, diz Hayashi, atualmente interessada em analisar o gênero em obituários de cientistas publicados em revistas acadêmicas. “Já foi possível observar que as mulheres estão sub-representadas e que as fotografias que ilustram esses textos são mais frequentes nos obituários masculinos, o que contribui para que os rostos femininos na ciência não sejam conhecidos ou eternizados para futuras gerações.” ■

Projeto

Gênero e inovação: Um estudo das empreendedoras de base tecnológica apoiadas pelo programa Pipe/FAFESP (nº 17/26120-3); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisadora responsável Camila Carneiro Dias Rigolin (UFSCar); Investimento R\$ 25.011,40.

Intérprete estelar

Astrofísico conta como descobriu que a estrela mais estudada depois do Sol sofria apagões periódicos e era, na verdade, um sistema composto de dois astros

Marcos Pivetta | RETRATO Léo Ramos Chaves

Acada cinco anos e meio, o astrofísico Augusto Damineli tem um compromisso inadiável: observar por cerca de seis meses seguidos a estranha e enigmática Eta Carinae, a estrela mais estudada depois do Sol, distante 7.500 anos-luz da Terra. Tem sido assim desde o início dos anos 1990, quando o professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) desafiou o ceticismo de colegas do exterior e propôs duas características centrais da estrela, hoje aceitas e consagradas na literatura científica sobre o tema.

A primeira contribuição explica o comportamento instável da Eta Carinae, que, desde o século XIX, apresenta instabilidades energéticas, às vezes acompanhadas de fortes apagões. Damineli descobriu que a estrela diminui de brilho por aproximadamente 90 dias consecutivos nos comprimentos de onda dos raios X, ultravioleta e rádio (mas não no da luz visível) a cada 5,54 anos. Durante esse apagão periódico, o astro deixa de emitir uma energia equivalente à de 20 mil sóis. Esse fenômeno ocorre – e eis a segunda proposta do astrofísico – porque a Eta Carinae é, na verdade, um sistema binário, composto de duas estrelas, a maior com massa de 90 sóis, e a menor com massa de 30 sóis. Durante o periastro, o ponto mais próximo entre suas órbitas, parte das emissões da Eta Carinae maior, quando observadas da Terra, é bloqueada pela visita invasiva de sua irmã menor.

Em meados de fevereiro deste ano, conforme previsto, o sistema Eta Carinae começou a apresentar seu seletivo apagão. Damineli novamente está a postos, de olho nos dados que estão sendo colhidos por telescópios robóticos idênticos, um instalado no Chile e outro na África do Sul. Pela primeira vez, não precisará ir a campo fazer as medições.

IDADE 72 anos

ESPECIALIDADE
Estrelas massivas

INSTITUIÇÃO
Universidade de São Paulo (USP)

FORMAÇÃO
Bacharel em física pelo Instituto de Física da USP (1973), mestrado e doutorado no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (1976 e 1988)

PRODUÇÃO
78 artigos científicos





Ao lado de dois irmãos, Daminieli (no destaque) posa com os pais Salvatino e Ida no Natal de 1955 em Ibiporã, no Paraná

nenhuma das duas estrelas do sistema devido à presença da nebulosa.

O que são linhas espectrais?

São canais de energia. Na televisão e no rádio, a informação chega por canais diferentes. Os átomos dos elementos químicos de uma estrela, como ferro, hidrogênio e hélio, concentram suas linhas espectrais em certos canais. Para ler a mensagem das estrelas, é preciso analisar as emissões de seus átomos. A vida do astrônomo é olhar várias linhas espectrais das estrelas, a partir das quais deduzimos sua temperatura e composição. A estrela é uma orquestra. Pode emitir um pouco de tudo ao mesmo tempo. Nós tentamos descobrir quais instrumentos, ou seja, quais átomos estão “soando” na hora em que observamos. Se há, por exemplo, emissão de linhas associadas ao hidrogênio ionizado, a temperatura atinge cerca de 10 mil graus. Se for hélio ionizado, chega a 30 mil graus.

Quando começou a estudar a Eta Carinae de forma mais sistemática?

No Brasil, por volta de 1987, só eu trabalhava com estrelas de alta massa, com mais de 10 massas solares. Era professor na USP desde 1976. Me sentia um peixe fora d'água. Por meio do Pacheco, conheci um astrofísico italiano, Roberto Viotti, que trabalhava com estrelas de alta massa e tinha feito doutorado sobre a Eta Carinae. Minha vida aqui estava meio complicada. Tinha me separado da minha primeira mulher e estava querendo ir embora. Resolvi fazer um pós-doutorado em 1988 com ele no Instituto de Astrofísica Espacial, em Frascati, perto de Roma.

As condições de pesquisa lá eram boas?

Mais ou menos. Não sabia que a ciência italiana tinha sido completamente desmontada. Praticamente não havia verba pública para os institutos de pesquisa. Só tinha dinheiro, e pouco, para as universidades. Além disso, quando cheguei lá, descobri que o Viotti não sabia mais o que fazer para estudar a Eta Carinae. Soube então que havia sido adquirido um detector moderno para o espectrógrafo do telescópio de 1,60 metro no Observatório Pico dos Dias, mantido pelo Laboratório Nacional de Astrofísica [LNA], em Minas Gerais. Da Itália, pedi para um colega brasileiro obter um espectro da Eta Carinae. Queria testar o novo

“Programei todas as observações até novembro”, diz, com um misto de alegria e alívio. “Não preciso deixar de dar aulas e viajar. Posso até ir para meu sítio, onde tenho internet via satélite, e ver se os telescópios captaram dados.” Nesta entrevista, o astrofísico fala de seus estudos sobre a Eta Carinae e relembra sua trajetória, que incluiu a roça e o seminário antes de desembocar na academia.

Quando foi a primeira vez que ouviu falar da Eta Carinae?

Foi por meio do professor José Antônio de Freitas Pacheco, primeiro chefe do Departamento de Astronomia da USP. Deve ter sido por volta de 1978. Lembro que tiramos o primeiro espectro eletromagnético da Eta Carinae no Observatório Abrahão de Moraes, em Valinhos [SP]. Era algo incompreensível, com muita informação. Naquela época, sabia que era a estrela mais estudada depois do Sol. Havia muita literatura sobre ela na biblioteca. Sabia também que ela tinha sofrido uma grande explosão, como uma estrela supernova, na década de 1840, mas que, em vez de morrer, tinha sobrevivido a esse evento. Todos se perguntavam como isso podia ter ocorrido. As supernovas explodem uma vez e morrem. A Eta Carinae era um mistério que várias pessoas importantes tinham

estudado, mas ninguém tinha conseguido resolver. Como só havia a Eta Carinae com esse tipo de comportamento, não dava para compará-la com outras estrelas. Era um ponto fora da curva.

Antes, tinha estudado a Eta Carinae no mestrado ou no doutorado?

Não, mas tinha trabalhado com estrelas binárias sob orientação do Pacheco. Me formei em física na USP em 1973 e, no mestrado em astrofísica, estudei estrelas binárias de raios X. No doutorado, que terminei em 1988, estudei estrelas com mais de 8 massas solares que morrem como supernovas. Me interessei por essas estrelas porque elas produzem oxigênio.

Esse oxigênio vai para onde?

Vai para o meio interestelar, onde se formam os planetas e as estrelas de segunda geração, como o Sol. A Eta Carinae é algo que não deveria mais existir. Segundo a física, ela deveria ter morrido em sua grande explosão. Por isso, ela é uma janela para visitar um passado distante. É como ter um dinossauro hoje. Mas o problema é que, naquela época, não havia como estudá-la. Ela é envolta por uma nebulosa, uma nuvem de gás e poeira alongada, que chamamos homúnculo, e emite muitas linhas espectrais complicadas. Na luz visível, não conseguimos ver

equipamento. Na observação, apareceu uma emissão interessante em uma linha espectral do infravermelho, em um canal associado ao hélio. Nessa frequência, a estrela emitia energia equivalente à de centenas de sóis. Mas não sabíamos como interpretar esse resultado. Aprendi o que tinha para aprender com o Viotti em espectroscopia e, em 1990, terminei meu pós-doutorado e voltei para cá.

O que fez em seguida?

Comecei a observar a estrela em outros comprimentos de onda. Tinha lido que, em certos períodos, a Eta Carinae tinha apagado temporariamente todos os seus canais de alta energia. Esse tipo de fenômeno normalmente é visto no ultravioleta, mas não tínhamos acesso a satélite para observar nesse comprimento de onda. Então usei o “satélite dos pobres”. Segui no observatório do LNA as emissões de energia em uma linha do infravermelho que se comporta de forma semelhante aos canais de alta energia do ultravioleta. Se as emissões no ultravioleta desaparecessem, também deveria ocorrer algo similar nessa linha do infravermelho. Em maio de 1992, essa linha começou a desaparecer e em junho as emissões zeraram. Acionei o Viotti na Itália, que tinha acesso a um satélite que observava no ultravioleta, mas ele não confiava no meu dado. Disse que tinha uma carreira a zelar e que essas observações feitas por equipamentos eletrônicos abaixo do Equador podiam pregar peças. Ou seja, dados brasileiros tinham de ser vistos com reservas.

Essa não foi a única vez que seu trabalho sobre a Eta Carinae foi questionado.

Em conferências internacionais, quando dizia que meus dados tinham sido obtidos no Observatório do Pico dos Dias, meus colegas não acreditavam. Mostrava fotos do observatório e eles se surpreendiam com a quantidade de bananeiras que havia em cima do morro. Diziam que era um *jungle telescope*. Não tinham ouvido falar da astronomia do Brasil. Só conheciam nosso futebol. Percebi que tinha de apresentar algo mais consistente para convencê-los. Fiz então uma previsão de que o fenômeno do apagão das emissões iria ocorrer de novo.

Baseado em que fez a previsão?

Usei dados da minha observação de mea-



A Eta Carinae não deveria mais existir. Deveria ter morrido em sua explosão. É como ter hoje um dinossauro

dos de 1992 e compilei informações sobre instabilidades de emissão em várias linhas espectrais da Eta Carinae registradas no passado. Comparei as datas de outros apagões, fiz uns cálculos e vi que, a cada cinco anos e meio, o fenômeno parecia se repetir. Publiquei em 1996 um artigo científico em que previ que outro apagão deveria ocorrer entre o fim de 1997 e o início de 1998. A previsão atçou os incrédulos. Quem mais impulsionou a minha pesquisa foi o Kris Davidson, do Instituto de Astrofísica de Minnesota, que, em princípio, não acreditou no meu estudo.

Como ele via o sistema Eta Carinae?

Davidson tinha mostrado que a Eta Carinae era uma estrela que não estava nascendo, como muitos pensavam, mas sim morrendo. No entanto, ele achava que era uma única estrela e a proximidade de sua morte a levava a ter esses apagões. Também não acreditava que se tratava de um fenômeno realmente periódico. Apesar das discordâncias, eu e ele pedimos, juntos, tempo no Telescópio Espacial da Nasa para observar a Eta Carinae. Eu estava com a corda no pescoço. Se não ocorresse o apagão, ficaria desmoralizado. Esse *paper* de 1996 tem hoje quase 400 citações. Para ter esse nível de citação, tem de ter impacto em

outras áreas correlatas. A descoberta de que a Eta Carinae era duas estrelas levou a uma ideia hoje amplamente aceita, a de que a maioria das estrelas com mais de 10 massas solares são sistemas com duas estrelas. Ainda não vimos de forma direta, apenas indireta, a companheira menor da Eta Carinae. Mas a duplicidade do sistema hoje é aceita por todos.

Que evidências você tinha de que a Eta Carinae era realmente duas estrelas?

A periodicidade do apagão indica que há um mecanismo mecânico, binário, por trás do fenômeno. Algo semelhante a um eclipse, que está relacionado às órbitas de dois corpos celestes, como Júpiter e suas luas. Além disso, também tínhamos dados de que a Eta Carinae apresentava dois tipos simultâneos de emissão muito diferentes, um de baixa energia e outro de alta. Esses dados eram indícios de que havia duas estrelas, uma de baixa temperatura, maior e mais fria, e outra de alta temperatura, menor e mais quente. A estrela que sofre o apagão de emissão é a menor. Um sistema com duas estrelas cria um calendário de observação, a exemplo do que ocorre com os eclipses solares e lunares. Não precisa ficar cinco anos e meio seguindo a estrela. Basta observá-la por apenas seis ou oito meses durante o periastro, quando a interação entre as duas estrelas é grande e elas “falam”. Desde a Antiguidade, eclipses e fenômenos semelhantes são uma máquina de produzir informação para guiar nossa racionalidade. Hoje a Eta Carinae é estudada em todos os comprimentos de onda, desde os raios gama, passando pelo visível e o rádio, até o infravermelho.

O que ocorre com as duas estrelas durante o apagão de emissão?

A estrela menor mergulha na atmosfera da maior, da qual arranca matéria. Esse fenômeno é observável nas linhas de emissão do hélio ionizado. A órbita da estrela menor é completamente excêntrica, alongada, como a do cometa Halley. Isso faz com que, no periastro, se aproxime muito da maior. Alguns cometas têm órbitas tão excêntricas que acabam engolidos pelo Sol. É um fenômeno que ainda não conseguimos descrever bem para estrelas. É provável que as instabilidades e erupções registradas na Eta Carinae no passado tenham ocorrido durante essas

aproximações da estrela menor. Hoje sabemos que, no periastro, a Eta Carinae deixa de emitir energia primeiramente na faixa dos raios X. Em seguida, outros canais de alta energia se apagam, mas não todos. Na luz visível, parece que não aconteceu nada com o sistema.

Dá para prever quando a Eta Carinae vai morrer?

A estrela maior teria ainda hidrogênio para queimar continuamente por mais 500 mil anos. Apenas recentemente começamos a conhecer uma meia dúzia de sistemas semelhantes à Eta Carinae, todos situados em outras galáxias. Segundo esses poucos exemplos, algumas estrelas massivas podem desaparecer poucos anos depois de apresentarem instabilidades energéticas. Mas não há uma teoria estabelecida sobre a evolução desse tipo de estrela. Parece que algumas delas, muito luminosas, morrem antes de esgotar todo o seu hidrogênio. Mas todos saberão quando a Eta Carinae explodir e morrer. A luminosidade de sua morte vai superar a da nossa galáxia inteira. À noite, teremos um brilho de 10 luas cheias. Vai dar para ver uma agulha no chão.

Por que você resolveu ser astrofísico?

Nasci em Ipirorã, perto de Londrina, no Paraná. Sou o décimo de 11 filhos de um casal de agricultores. Minha mãe era analfabeta. Meu pai, que era filho de italiano, fez só o primário [ensino fundamental], mas gostava de matemática. Morávamos na roça e, como meus irmãos, tinha de andar descalço 8 quilômetros para ir e voltar da escola, que ficava na cidade. Estudava em uma escola de freira, paga com leite que eu levava para a aula. A escola pública era muito ruim. Em casa, enquanto fazia a lição, não tinha de ir para a roça. Então, com 9 anos, o lápis começou a ficar bem mais interessante para mim do que a enxada. Meus irmãos diziam que eu não dava para nada, que não servia para o trabalho duro. Diziam para eu ficar estudando. Minha família plantava milho, arroz, algodão, feijão, um pouco de tudo. Era uma economia de trocas, que praticamente não envolvia dinheiro. Éramos pobres, mas tinha muita comida. Quando precisávamos de algum dinheiro extra, íamos trabalhar de boia-fria na colheita dos cafezais vizinhos no inverno.



Negar as evidências científicas é uma prova de fé. As pessoas se sentem inseridas em um rebanho

O gosto pela matemática do seu pai foi uma influência importante?

Minha mãe, eu e meus irmãos mais velhos tocávamos a roça. Meu pai vivia de construir casas. Ele olhava para uma tora de madeira e sabia quantas tábuas ela iria render. Certa vez, peguei pneumonia. Enquanto preparava a penicilina para aplicar em mim, meu pai me dava problemas de matemática para resolver. Para mim, era um momento fantástico. A matemática me permitia ter um contato especial com meu pai. Comecei a gostar da matemática por isso. Naquela época, não tinha outro tipo de conversa entre um menino e um homem de 50 anos.

Por que entrou para o seminário ainda menino?

Foi influência de uma freira da escola, a irmã Benta. Ir para o seminário também era uma forma de sair da roça e conhecer um mundo diferente. Fui para Assis, no interior de São Paulo, com 12 anos. Meu irmão Mário, dois anos mais velho, tinha ido antes para esse mesmo seminário. Mas eu não sabia o que era ser padre. Quando cheguei na adolescência, por volta dos 16 anos, meu mundo desmoronou. Não concordava com muita coisa que a Igreja pregava. Não ia conseguir fazer um sermão. Não tinha tanta fé. Era mais racional. Em 1965, meu pai morreu.

No ano seguinte, aos 18 anos, saí do seminário. Meu irmão também o abandonaria mais tarde.

A vida no seminário foi um tempo ruim?

Não gostava de jogar futebol todo dia. Preferia ficar lendo. Mas o seminário era um mundo fantástico. Ia na biblioteca e lia Dante Alighieri no original. Tive professores padres que eram bons matemáticos. Alguns colegas do seminário gostavam de sociologia, filosofia. Eu, de matemática, que era um mundo mais inteligível. Gostava de montar e desmontar coisas, de demonstrar teoremas, que tinham fórmulas complicadas e um jeito único de serem resolvidos.

Mudou para São Paulo depois que deixou o seminário?

Não. Voltei para Ipirorã, mas, nessa época, minha mãe já morava na cidade. Arrumei um emprego que precisava de um mínimo de matemática. Na verdade, fazia cobranças para uma empresa e tinha de saber calcular os juros que os clientes deviam. Entrei no antigo curso científico em uma escola pública que tinha sido aberta na cidade, mas já sabia quase tudo que era ensinado. Não sabia o que queria fazer da vida. Naquela época, no norte do Paraná, os profissionais mais conhecidos eram os engenheiros formados pelo Mackenzie. Mas não podia pagar essa faculdade. Lá a USP não era conhecida. Eu tinha uma boa formação, mas quase nada de informação sobre o que era o mundo. Resolvi dar algumas aulas particulares, algo que já tinha feito no seminário, e arrumei dinheiro para comprar uma mala e me sustentar um mês na cidade em São Paulo até arrumar emprego. Isso foi em 1968.

Veio para cá sem emprego?

Trouxe apenas uma carta de referência para trabalhar na construção civil. Morei em uma pensão. Trabalhei em uma fábrica e na construção civil como apontador de obra. Foi uma época complicada. Quando cheguei, tinha um monte de gente protestando e estudantes confrontando a polícia. Mas eu gostei disso. O mundo da polícia sempre foi distante de mim e me identifiquei com os estudantes. Fiz colegial [ensino médio] numa boa escola pública na rua da Mooca e o movimento secundarista lá era forte. As aulas de física eram boas, melhores do que as do Paraná. Mas logo ficou claro que eu

teria de fazer cursinho para entrar na USP. Tinha aberto o cursinho do Equipe e consegui uma bolsa que me dava um bom desconto. Nesse momento, encontrei minha turma. Fiz cursinho em 1969 e entrei na física da USP no ano seguinte.

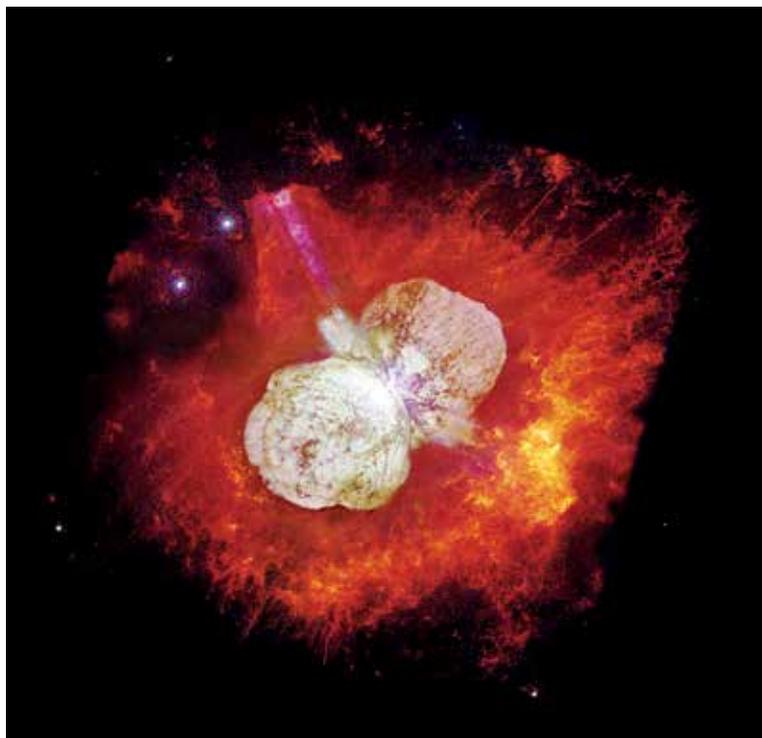
Por que se interessou pela astrofísica?

Nenhum ramo me atraía muito. A física nuclear me cheirava mais à bomba atômica do que qualquer outra coisa. Ser professor de física não me atraía. Queria fazer algo que permitisse descobrir coisas novas. Lembro que um dia o professor Pacheco deu uma conferência sobre supernovas e disse que nossos átomos tinham se originado dessas explosões, da morte dessas estrelas. Achei o máximo. Depois da conferência, eu e mais três colegas de turma – o João Steiner, o Laerte Sodré e o Mario de Oliveira, todos hoje professores da USP – fomos falar com o Pacheco. Ele disse que poderia me arrumar uma bolsa de iniciação científica para estudar essas estrelas. Foi assim que comecei. Em 1973, Pacheco fundou a pós-graduação em astrofísica na USP.

A astronomia brasileira tem 1% dos pesquisadores do mundo e publica 2,5% dos artigos da área. Ela atingiu seu teto?

Apesar desse sucesso, o tamanho da astronomia brasileira ainda é muito menor do que a de outros países de igual peso econômico, como Espanha, Itália, França e Austrália. Falta a nós desenvolver projetos de grande porte e isso implica ter instrumentos científicos de peso. Quando iniciei minha carreira, a astronomia no Brasil estava começando. Não havia nenhum telescópio de porte à nossa disposição. Participei dos esforços nas últimas décadas para termos acesso a equipamentos de primeira linha, como os Observatórios Gemini, que têm dois telescópios de 8 metros (m), e o Soar, que tem um de 4 m. Estou para sair de cena, mas vejo um horizonte muito promissor com o acesso que teremos ao superteleoscópio GMT [Giant Magellan Telescope], em construção no Chile e que terá um espelho de 24,5 m. Não vou utilizá-lo pessoalmente, mas me sinto realizado que as gerações atuais poderão usar 4% de seu tempo de observação graças ao investimento da FAPESP no projeto. Além disso, com o acesso ao GMT, o setor industrial do estado de São Paulo poderá produzir instrumentos de última

Imagem do sistema binário Eta Carinae, envolto por uma nebulosa de gás e poeira



geração, como câmaras e espectrógrafos, para o superteleoscópio.

Por que, além de fazer pesquisa, você se dedicou à divulgação da astrofísica?

Por quatro anos, entre 1992 e 1996, tive uma coluna mensal de quatro a seis páginas na revista *Superinteressante*. Sempre trabalhei em duas frentes. Uma era explicar o cotidiano, o que as pessoas veem no céu. Outra era explorar temas atuais da astrofísica. O pesquisador tem de falar para quem está fora da ciência, de forma simples. Se não consigo explicar de forma concisa e contundente o que faço para minha mulher ou para um leigo, não fico sossegado. A democratização da ciência abre novos caminhos para as pessoas. Minha missão é trazer o céu para a Terra. É preciso dizer que o sucesso da agricultura veio da observação celeste, que permitiu o domínio do mecanismo das estações climáticas. Ao conferir peso à Lua, Newton desenvolveu o cálculo diferencial e integral, hoje usado na engenharia e que tem enorme impacto no PIB mundial. Seríamos muito mais pobres, intelectual e materialmente, se não existisse a Lua. Sem o eclipse solar de Sobral em 1919, talvez a teoria da relatividade de Einstein não tivesse sido aceita ainda [ver Pesquisa FAPESP nº 278]. Nossos átomos vieram das estrelas.

Temos uma conexão cósmica. Não sou eu que vivo no mundo da Lua. São as pessoas que estão perdendo essa dimensão.

O que você diria para um terraplanista?

Não posso lutar contra um terraplanista demonstrando que a Terra não é plana. Não é essa a batalha. Isso já foi feito há 2.500 anos. Não é uma questão de argumentação. É uma questão de fé, que não vem da falta de informação. Eles abdicaram de um conhecimento precioso para seguir uma religião. Negar as maiores evidências científicas é uma prova maior de fé. Essas pessoas se sentem tão mais inseridas em um rebanho quanto maior for a sua abdição do conhecimento. Esse é um mecanismo conhecido, que também é adotado pelo movimento antivacina, pelas pessoas que se recusam a receber uma transfusão de sangue, pelos negacionistas do Holocausto e da escravidão. Essas pessoas seguem cegamente seu líder. O que se pode fazer então? Oferecer oportunidades para exercer a racionalidade. É preciso fazer a pessoas conhecerem o que é um buraco negro ou a quadrimensionalidade de nosso mundo. A divulgação da ciência é uma agenda positiva que oferece alimento intelectual para atrair as pessoas para uma realidade concreta. Quando entendem isso, as pessoas estão vacinadas contra esse tipo de fé. ■

A CASA DOS DIÁLOGOS POSSÍVEIS

Articulação no Congresso ajuda
a estancar deterioração do
orçamento para ciência, tecnologia
e inovação em 2020

Rodrigo de Oliveira Andrade



Os pesquisadores brasileiros deverão sofrer menos sobressaltos em 2020 após o Congresso Nacional ter blindado o orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) contra novos contingenciamentos. A manobra foi sacramentada com a aprovação da Lei Orçamentária Anual (LOA), em dezembro. A notícia foi recebida com algum alívio pela comunidade científica, que viveu um 2019 de aperto financeiro e incertezas, depois que o governo congelou, no mês de março, 42% das verbas de custeio do MCTIC e obrigou o ministério a trabalhar com seu menor patamar de recursos em mais de uma década. À época, o governo também contingenciou 30% dos recursos destinados às universidades federais, esses vinculados ao Ministério da Educação (MEC). “Trata-se de uma vitória importante, mas a preocupação com o orçamento continua, pois ele segue muito baixo”, diz o físico Ildeu Moreira de Castro, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

O orçamento para o MCTIC em 2020 será de R\$ 11,8 bilhões. Desse total, R\$ 5,1 bilhões foram carimbados como reserva de contingência e não poderão ser gastos com ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Em vez disso, serão usados para reduzir o déficit nas contas públicas. Outra parte, quase R\$ 983 milhões, consta no orçamento como crédito suplementar, sujeito à aprovação do Congresso para ser usado. Excluídos todos esses valores, mais as despesas obrigatórias, os recursos reais de investimento

do MCTIC serão de aproximadamente R\$ 3,7 bilhões em 2020 (ver gráfico na página 40). “A blindagem aprovada pelo Congresso impede que o orçamento seja ainda mais reduzido em 2020, mas não desfaz o contingenciamento embutido no próprio projeto de lei”, explica Moreira. “A perspectiva para a CT&I em 2020 segue crítica.”

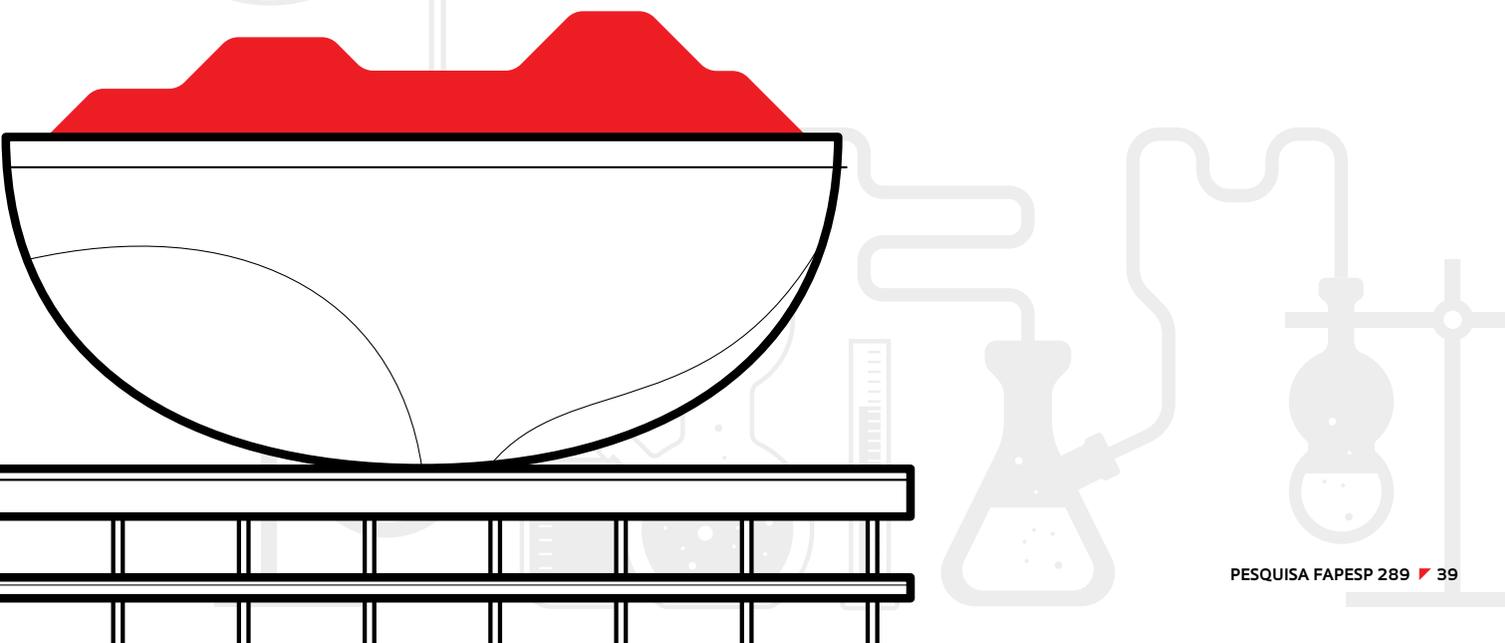
O horizonte também não é animador para as principais agências de fomento à pesquisa do país. O valor concedido em 2020 ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) teve um reajuste de 0,66% em relação ao de 2019. Já o orçamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) foi reduzido em 33,1% em relação ao montante do ano anterior (ver tabela na página 41).

Os recursos para a ciência não se restringem apenas ao MCTIC, mas estão embutidos também no orçamento de outros ministérios, como o da Saúde, Defesa e Educação (ver Pesquisa FAPESP nº 256). Para tentar reduzir os danos, os parlamentares conseguiram aprovar uma emenda adicional, apresentada pelo deputado federal João Campos (PSB-PE), estendendo a proteção contra novos contingenciamentos também a outras instituições federais do sistema nacional de CT&I, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Essa emenda, porém, foi vetada pelo presidente Jair Bolsonaro, por recomendação do Ministério da Economia e da Secretaria-Geral da Presidência. “O argumen-

to foi o de que ela criaria uma rigidez orçamentária, dificultando a execução de outras políticas públicas”, esclarece o deputado Campos. “Os vetos ainda serão analisados no plenário do Congresso”, afirma o senador Izalci Lucas (PSDB-DF), um dos principais interlocutores da comunidade científica em Brasília. “O que mais nos preocupa nesse momento é a situação do FNDCT [Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico].” Administrado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o fundo constitui a principal ferramenta de apoio a projetos de pesquisa do MCTIC, mas hoje passa por um momento de retração e incerteza (ver Pesquisa FAPESP nº 285).

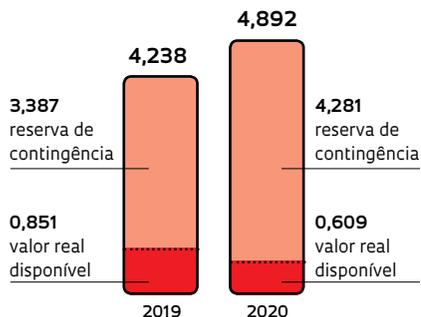
Campos compartilha da preocupação de Lucas em relação à redução dos recursos para a CT&I, e está trabalhando com outros congressistas para derrubar o veto à emenda que impede o contingenciamento do orçamento das instituições externas ao MCTIC. As chances de isso acontecer são grandes, segundo ele. “Os parlamentares estão convencidos da importância de garantir o orçamento para o setor”, diz. “O Brasil não pode seguir na contramão do mundo em relação ao financiamento à ciência e tecnologia.”

A recomposição de parte dos recursos para CT&I é resultado de uma articulação política que também envolveu representantes de entidades ligadas ao setor ao longo da discussão da proposta de lei orçamentária, a primeira com a marca do atual governo. Um dos atores envolvidos foi a Confederação Nacional da Indústria (CNI), que há mais de uma



O bloqueio do FNDCT

Contingenciamento do principal fundo de fomento à ciência do país, em R\$ bilhões



FONTE SBPC

década investe na interlocução entre os setores público e privado por meio da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI). A iniciativa reúne cerca de 300 lideranças empresariais do país e atua como um fórum de diálogo com o governo, a academia e a sociedade civil (ver Pesquisa FAPESP nº 266). “Os líderes da MEI se reúnem a cada três meses com representantes do poder público e da academia para discutir caminhos possíveis para estimular a inovação no país”, explica Gianna Sagazio, diretora de Inovação da CNI e coordenadora da MEI.

Para ela, um dos encontros decisivos para sensibilizar os parlamentares sobre a necessidade de garantir recursos para CT&I foi promovido em novembro de 2019 na sede da CNI em Brasília. O evento contou com a participação de autoridades, entre eles Rodrigo Maia (DEM-RJ) e Davi Alcolumbre (DEM-AP), os presidentes da Câmara dos Deputados e do Senado, e de empresários de vários setores da indústria. “Discutimos a inovação como vetor para o desenvolvimento e a importância de uma política própria de longo prazo, baseada em metas e na garantia de recursos”, diz Sagazio.

O encontro se deu por iniciativa da CNI e da Frente Parlamentar Mista de Ciência, Tecnologia, Pesquisa e Inovação, lançada em julho de 2019. A frente conta com 207 parlamentares de vários partidos, que se reúnem em sessões com membros da comunidade científica e da sociedade civil para discutir temas de interesse do setor. A iniciativa é presidida por Izalci Lucas, que já havia coordenado a articulação para a criação dessa mesma frente suprapartidária em 2009, quando

ainda exercia o mandato de deputado pelo PFL, atual Democratas. Agora no Senado, ele trabalha para expandir esse grupo ao lado do deputado Vitor Lippi (PSDB-SP), vice-presidente da frente.

Na avaliação de Lucas, um dos resultados do encontro na CNI foi o alinhamento entre deputados e senadores de diferentes partidos em torno do potencial estratégico da CT&I para o país. Essa postura se tornou nítida em um artigo publicado em novembro no jornal *O Globo*. Assinado por 22 líderes partidários de diferentes tendências políticas, o texto, articulado pelo deputado Alessandro Molon (PSB-RJ), propõe resgatar o financiamento à pesquisa para superar a crise que atravessa o país. Outro resultado pode ser visto na Comissão Mista de Orçamento. Na percepção de Lucas, “CT&I nunca estiveram tanto em evidência na pauta da comissão”.

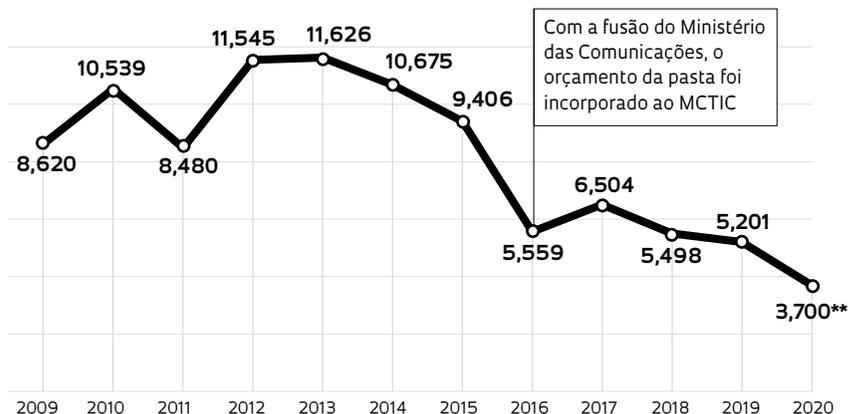
A CNI também vem se articulando com outras entidades, como a Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei), para fazer avançar outras pautas com o potencial de impulsionar a inovação no país. Uma delas diz respeito ao Marco Legal de Startups e Empreendedorismo Inovador, fundamental para alavancar o Brasil na agenda de inovação, segundo Sagazio. “As startups são essenciais para a geração de empregos e dinamização da economia em muitos países”, diz. “Precisamos aprimorar o sistema regulador dessas pequenas empresas inovadoras no Brasil.” Em dezembro, a

Câmara criou uma comissão para avaliar o projeto sobre o marco legal, elaborado e apresentado pelo governo. Em fevereiro, a comissão aprovou um plano de trabalho que prevê a realização de audiências públicas entre março e abril para ouvir especialistas do setor privado e da administração pública, incluindo o ministro Marcos Pontes, do MCTIC. “A MEI vem promovendo reuniões com parlamentares para discutir sugestões ao texto que dará forma à nova legislação, como a criação de um instrumento similar à Lei do Bem para pequenas empresas inovadoras”, comenta Sagazio. A expectativa é de que o Marco Legal seja aprovado este ano no Congresso.

Um dos desafios impostos à comunidade científica em 2019 foi o de identificar novos interlocutores no Congresso e se apresentar a eles. A Câmara iniciou os trabalhos em fevereiro do ano passado com uma taxa de 47% de renovação – a mais alta registrada desde as eleições de 1998. No Senado, o índice foi de 85%. Isso significa que vários parlamentares são novatos, enquanto outros, simpáticos aos interesses da comunidade científica, não conseguiram se reeleger. Algumas entidades do setor já vinham monitorando os candidatos alinhados à defesa da CT&I desde a campanha eleitoral para iniciar a estruturação das suas redes de contato no Congresso. É o caso da SBPC, que se aproximou dos presidentes e candidatos ao Senado, Câmara e Assembleias Legislativas, durante a campanha, e os convidou a assinar uma lista de compromissos com CT&I, caso eleitos. Em

Evolução dos recursos para o MCTIC

Orçamento do ministério* nos últimos 10 anos, em R\$ bilhões atualizados pela inflação (IPCA)



*despesas correntes, investimentos e inversões financeiras ** valor ainda poderá sofrer ajustes

FONTES SISTEMA INTEGRADO DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO E SBPC

maio passado, a entidade também lançou a Iniciativa de Ciência e Tecnologia no Parlamento (ICTP.br), em parceria com a Academia Brasileira de Ciências (ABC) e outras 60 instituições acadêmicas.

Moreira, da SBPC, explica que a iniciativa quer promover uma articulação mais integrada com os parlamentares para poder apresentar a eles as demandas do setor. Entre elas estão a aprovação de projetos paralisados no Congresso, como o PLS nº 315/2017, que transforma o FNDCT em fundo financeiro – dessa forma, mesmo os recursos contingenciados gerariam juros que poderiam ser usados pelo MCTIC –, e o Projeto de Lei nº 5.876/2016, que destina 20% do Fundo Social do Pré-sal a programas científicos e de inovação. Eles reivindicam ainda a derrubada dos vetos presidenciais à Lei dos Fundos Patrimoniais, sancionada em 2019, que garante arcabouço legal às instituições de pesquisa com dificuldades de financiar suas atividades para que elas possam captar recursos privados.

Outra estratégia usada pela SBPC para se aproximar dos parlamentares envolve a busca por apoio com base em pautas de interesse de cada congressista. “Tentamos mostrar como a aprovação de projetos de interesse da CT&I pode contribuir para o andamento de projetos espelhados que beneficiem setores de interesse deles”, explica Mariana Mazza, assessora parlamentar da SBPC. Foi assim que conseguiram apoio das lideranças do Solidariedade para o Projeto de Lei nº 5.876/2016, em tramitação na

O efeito das negociações

Varição dos recursos de agências e instituições federais de pesquisa, em R\$ bilhões

	Orçamento aprovado para 2019	Proposta do governo para 2020	Orçamento aprovado para 2020
Universidades federais	49,621	46,830	48,265
Fiocruz	4,373	4,208	4,061
Capes	4,251	2,201	2,843
Embrapa	3,634	1,981	2,061
CNPq	1,228	1,279	1,309

FONTES SBPC, LOA 2020 E PORTAL DA TRANSPARÊNCIA

Comissão de Ciência, Tecnologia e Inovação da Câmara, que destina 20% dos rendimentos do Fundo Social do Pré-sal à CT&I. “O apoio a esse projeto se deu a partir do entendimento de que ele pode favorecer a criação de um projeto semelhante, também destinando recursos do pré-sal para a segurança pública.”

As ações promovidas pelo ICTP.br são um desdobramento de uma estratégia iniciada pela própria SBPC em 2011 para fortalecer o diálogo com o Parlamento. A bioquímica Helena Nader, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e ex-presidente da SBPC, conta que, à época, a entidade decidiu contratar um assessor parlamentar. “A bióloga Beatriz de Bulhões [1965-2016], escolhida pela SBPC, fez um belo trabalho em prol do diálogo com os congressistas”, diz Nader. “A estratégia era simples. Aproximávamos dos líderes e apresentávamos nossas ideias e demandas, em um trabalho sistemático de acompanhamento e crítica de projetos de lei de nosso interesse.”

Um ponto decisivo na estratégia adotada à época pela SBPC foi buscar uma articulação com parlamentares de todos os partidos e espectros ideológicos na construção de uma política com foco no fortalecimento do sistema nacional de CT&I. “Batíamos à porta de todos eles para explicar as demandas da comunidade científica”, diz a pesquisadora, que esteve à frente da SBPC entre 2011 e 2017.

Esse esforço, segundo Nader, contribuiu para a formação de uma mobilização envolvendo empresários e gestores públicos em torno de pautas que mais tarde culminaram em várias alterações legais que regem as atividades científicas no país – conhecidas como Marco Legal da CT&I, sancionada em 2016. Para ela, os desafios impostos pelo atual governo reforçam a necessidade de uma articulação ampla com parlamentares de correntes políticas distintas. “O ministro Pontes está aberto ao diálogo, mas sabemos que ele pouco pode fazer, dada a agenda econômica imposta pelo governo.” ■

Mais dinheiro para a pesquisa europeia

A mobilização envolvendo membros do Parlamento europeu e líderes dos estados-membros da União Europeia garantiu a aprovação de um orçamento de € 100 bilhões para o Horizonte Europa, programa de estímulo à pesquisa científica e inovação que deverá entrar em vigor em 2021, estendendo-se até 2027. O valor representa um aumento de 23% em relação ao orçamento de seu antecessor, o Horizonte 2020, que se encerrará no fim deste ano.

A aprovação do orçamento se deu em um momento conturbado na região, com o processo de saída do Reino Unido da

União Europeia. O valor, no entanto, ainda é considerado insuficiente para a resolução dos principais desafios da Europa. Calcula-se que, ajustado à inflação, o aumento do orçamento do Horizonte Europa em relação ao Horizonte 2020 represente menos de € 10 bilhões. Diante disso, diversas organizações representativas da comunidade científica europeia, entre elas o Consórcio Europeu de Universidades Inovadoras e a Associação das Universidades Europeias, estão se articulando para sensibilizar os parlamentares para garantir o aumento do orçamento para, no mínimo, € 120 bilhões.



Articulação política no parlamento europeu garantiu aumento robusto dos recursos de CT&I para os membros da União Europeia

CIENTOMETRIA 

ESCRITO A MUITAS MÃOS

Estudo identifica aumento do número de artigos assinados por mais de mil autores na última década

Cresceu nos últimos anos o número de publicações científicas assinadas por mais de mil autores, fenômeno conhecido como hiperautoria. A conclusão consta de um relatório que analisou 15,7 milhões de artigos de diversas áreas do conhecimento publicados em periódicos indexados na base Web of Science entre 2009 e 2018. Divulgado em dezembro passado pelo Institute for Scientific Information (ISI), serviço de bases bibliométricas da empresa Clarivate Analytics, o levantamento identificou 1.315 trabalhos divulgados entre 2013 e 2018 cujas listas de autores tinham mais de mil nomes cada uma — ante 573 registrados de 2009 a 2013. Esses artigos envolviam pesquisadores de instituições de mais de 100 países. Também se observou um número crescente dos chamados “artigos multiautorais”, aqueles com mais de 10 autores de instituições de mais de cinco países.

Na avaliação de Martin Szomszor, chefe de análise de pesquisa do ISI e um dos autores do relatório, a multiplicação de autores reflete uma mudança na natureza da pesquisa científica, hoje cada vez mais global e colaborativa em vários campos. “Muitos desses trabalhos estão associados a temas complexos, que demandam investimentos em equipamentos, coleta de dados, processamento analítico e grandes equipes especializadas espalhadas em vários países”, disse a *Pesquisa FAPESP*. “O pesquisador solitário está se tornando um modelo cada vez menos viável para grandes inovações científicas.”

Artigos com muitos coautores de vários países há algum tempo são uma realidade em campos como o de física de partículas — essa área, inclusive, foi a que mais apresentou artigos com hiperautoria no relatório do ISI. Isso se deve sobretudo a grandes projetos colaborativos, como os conduzidos no Grande Colisor de Hádrons (LHC), o acelerador de partículas da Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (Cern), na fronteira da França com a Suíça. Em 2015, por exemplo, um artigo publicado pela equipe do Atlas e do CMS, dois dos principais instrumentos do LHC, sobre o bóson de Higgs na revista *Physical Review Letters* contou com 5.153 autores de mais de 500 instituições espalhadas pelo mundo, inclusive do Brasil. O trabalho bateu o recorde de maior número de colaboradores em um único artigo científico. A hiperautoria também é um fenômeno relativamente comum no campo da biologia molecular e genética, conforme destaca o relatório (*ver tabela na página 44*). Um dos casos mais conhecidos é o de um estudo assinado por 1.014 coautores publicado em 2015 na revista *Genes Genomes Genetics* descrevendo o sequenciamento do genoma da mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*).

Segundo Szomszor, dados dos últimos cinco anos sugerem um número crescente de estudos com essas características também em outras áreas do conhecimento, como no caso da epidemiologia global e das ciências espaciais, “talvez porque essas áreas estejam associadas a algumas das questões mais premen-

tes e complexas do século XXI, como o aquecimento global”. Szomszor também menciona um estudo publicado em 2017 na revista *The Lancet* avaliando tendências mundiais no índice de massa corporal assinado por mais de mil autores de mais de 100 países. “É o tipo de pesquisa em que dados globais são necessários”, explica. Na avaliação do biólogo João Carlos Nabout, pesquisador da Universidade Estadual de Goiás (UEG), que estuda padrões de autoria na área de biológicas no Brasil, a tendência de artigos com muitos coautores de muitos países tem potencial para se tornar mais intensa nos próximos anos, “à medida que mais grupos de pesquisadores de diferentes áreas se envolvem em trabalhos colaborativos multidisciplinares relacionados a temas complexos no mundo”.

A criação de grandes redes de colaboração internacionais ganhou fôlego a partir dos anos 2000, intensificando-se ainda mais na década seguinte. Entre 2009 e 2013, por exemplo, apenas um artigo assinado por pesquisadores de mais de 60 países foi listado na base da Web of Science. Entre 2014 e 2018, no entanto, esse contingente subiu para 49, sendo que quase dois terços deles tinham autores de mais de 80 nações. A combinação de muitos autores de vários países, além de representar um padrão complexo de autoria que difere dos trabalhos acadêmicos mais tradicionais, em alguns casos parece guardar relação com o aumento das taxas de citação. Na avaliação do cientista da computação Jesús Mena-Chalco, professor da Universidade

Federal do ABC (UFABC), isso pode estar relacionado ao fato de esses estudos, com frequência, serem publicados em revistas de alto impacto com grande visibilidade na comunidade científica internacional.

O pesquisador estuda o fenômeno da hiperautoria há algum tempo no Brasil. Em um levantamento recente feito com base em 849.805 artigos publicados entre 1999 e 2018 por 14.870 mil doutores bolsistas de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), disponíveis na plataforma Lattes, Mena-Chalco e sua equipe identificaram 1.605 artigos com mil ou mais autores, todos na área de física. “Os dados para o Brasil estão alinhados à tendência mundial observada no relatório do ISI”, ele afirma.

O utros fatores podem estar envolvidos no avanço dos artigos multi ou hiperautorais. “É possível que o fenômeno, em algumas áreas, seja motivado por hábitos culturais, como o de incluir vários pesquisadores seniores nos resultados das pesquisas”, diz a bióloga Jacqueline Leta, do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), especialista em ciencimetria, área que busca estudar aspectos quantitativos da ciência e da produção científica com base em indicadores bibliométricos. Uma explicação adicional, segundo Szomszor, do ISI, seria uma maior inserção de de-

terminados países, sobretudo os do hemisfério Sul, nas redes internacionais de pesquisa. É o caso do Chile. O país sul-americano se destacou no relatório do ISI por ter participado de colaborações internacionais no período analisado. De acordo com Leta, é possível que isso esteja relacionado aos experimentos conduzidos na rede de radiotelescópios do Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (Alma), em San Pedro de Atacama, um dos maiores sítios de observação astronômica do mundo.

O relatório divulgado pelo ISI aponta tendências, mas é preciso cautela ao considerar suas conclusões. A esmagadora maioria dos artigos avaliados — quase 95% do total — ainda é assinada por até 10 autores. Isso significa que trabalhos produzidos por grupos menores ainda dominam a literatura científica. Nesses casos, não é a quantidade de coautores que costuma ajudar a aumentar o impacto dessas publicações, mas se elas são fruto de colaborações internacionais. Um levantamento realizado pelo físico Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da FAPESP, envolvendo artigos com até 10 autores publicados em periódicos indexados na base Web of Science entre 2015 e 2017, verificou que o número de citações dos artigos brasileiros tende a aumentar quando produzidos em

Levantamento identificou 1.315 trabalhos com mais de mil autores publicados entre 2013 e 2018

Ciência cada vez menos solitária

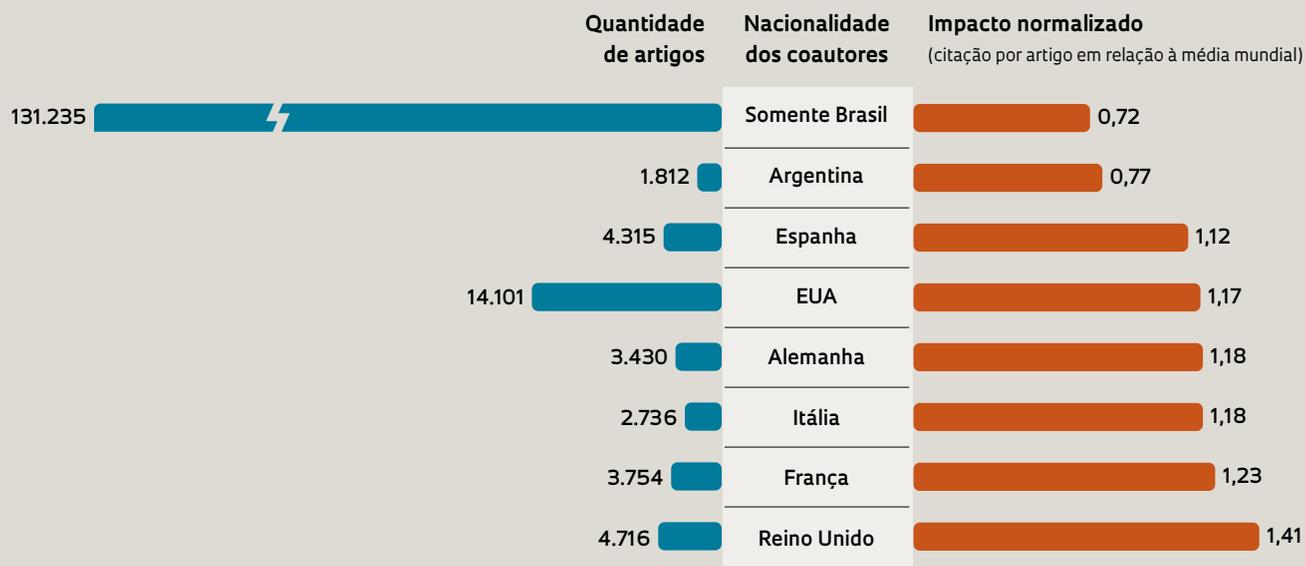
Quantidade de coautores (frequência em %) por área em artigos indexados na Web of Science entre 2009 e 2018

	Quantidade de autores									
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-50	51-100	101-500	501-1.000	1.001-6.000
Matemática	99,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0,000	0,000
Física	74,0	21,5	2,8	0,6	0,3	0,18	0,13	0,221	0,084	0,084
Ciência espacial	66,3	20,4	5,7	2,5	2,3	1,37	0,80	0,650	0,028	0,028
Neurociência e comportamento	50,9	39,0	7,8	1,5	0,6	0,19	0,05	0,010	0,000	0,000
Farmacologia e toxicologia	50,4	41,6	6,8	0,9	0,3	0,05	0,01	0,004	0,000	0,000
Medicina clínica	48,7	40,2	8,3	1,9	0,8	0,20	0,04	0,012	0,001	0,001
Biologia molecular e genética	42,1	40,7	11,7	3,1	1,5	0,59	0,20	0,092	0,001	0,001
Multidisciplinar	62,1	28,1	7,0	1,7	0,8	0,29	0,07	0,023	0,000	0,000

FONTE ISI

O peso das colaborações internacionais

Citações de artigos brasileiros com até 10 autores variam de acordo com o país de origem dos coautores



FONTE: CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ

colaboração com pesquisadores de outros países. O impacto desses trabalhos também pode variar significativamente de acordo com o país com o qual se está colaborando — o impacto de estudos brasileiros com até 10 coautores envolvendo pesquisadores do Reino Unido, por exemplo, pode ser até duas vezes maior do que o de estudos com coautores argentinos (*ver gráfico acima*).

A colaboração envolvendo grupos restritos de autores tem outras vantagens. Na avaliação de Samile Andréa Vanz, professora da Faculdade de Biblioteconomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a coordenação de trabalhos com até 10 autores tende a ser mais fácil. “Os pesquisadores envolvidos muitas vezes se conhecem de antemão, o que contribui para a criação de um vínculo de confiança baseado na experiência e na capacidade de análise de cada um”, destaca a pesquisadora. Esse tipo de grupo também tende a se beneficiar mais das novas tecnologias de comunicação. Em um rol de colaboradores de número limitado, é mais fácil conseguir promover encontros virtuais para discutir o andamento das atividades pelas quais cada um ficou responsável.

Vanz trabalha em um projeto de pesquisa quer pretende avaliar até que ponto artigos envolvendo colaboradores de

diferentes países podem interferir na posição de universidades pequenas nos rankings universitários internacionais. “Nossas análises preliminares sugerem que as colaborações internacionais influenciam a posição das universidades jovens, pequenas e sem tradição de pesquisa nesses rankings, de modo que, ao se basear exclusivamente no número de citações, os rankings podem criar distorções bibliométricas que precisam ser levadas em consideração.”

Leta, da UFRJ, destaca ainda que a coautoria é apenas um dos critérios para se avaliar os níveis de colaboração científica, e há dúvidas se essa métrica é a mais adequada. “Está cada vez mais difícil saber o papel que cada autor teve em um artigo assinado por várias pessoas”, comenta. “Escrever em conjunto nem sempre significa que houve cooperação. Há casos em que o pesquisador acrescentou o nome de colegas para retribuir favores ou para facilitar a aceitação do artigo em determinada revista.” A discussão sobre os critérios que devem ser levados em consideração na definição de autoria é intensa no meio acadêmico. “Ter o nome incluso em um artigo implica responsabilidades. Significa certificar sua integridade e estar apto a defendê-la publicamente”, diz Nabout, da UEG. “A inclusão como coautor de um artigo deve

pressupor um envolvimento importante na sua realização.”

Alguns pesquisadores, entre eles Vanz e Mena-Chalco, defendem que na lista de coautores deveria constar apenas os responsáveis por um passo-chave no estudo, isto é, uma ideia original, hipóteses ou interpretações teóricas, além do cientista que propôs o projeto original. A lista, por outro lado, deveria excluir aqueles que fizeram apenas uma parte pequena da pesquisa ou que não são pesquisadores, como no caso de técnicos, assistentes e outros colaboradores.

Embora essas recomendações sejam aceitas por alguns grupos de pesquisa, continuam provocando debates. “Muitas revistas já exigem do autor que ele submeta com o manuscrito um relatório especificando a participação de cada coautor no trabalho”, diz Mena-Chalco. “Avalia-se ainda que no caso de artigos resultantes de grandes projetos, com milhares de autores de vários países, conste apenas o nome do consórcio no âmbito do qual o trabalho foi elaborado.” A sugestão gera novas discussões, envolvendo não apenas a questão da integridade científica como também os métodos de avaliação dos órgãos de fiscalização e rankings acadêmicos para qualificar os pesquisadores e suas instituições. ■

Rodrigo de Oliveira Andrade

EXAME VOCACIONAL

O perfil de cada laboratório público define a intensidade de sua produção científica e tecnológica



Laboratórios públicos ligados a universidades, com equipes formadas predominantemente por estudantes de pós-graduação, tendem a produzir mais artigos científicos, enquanto instalações estabelecidas fora do ambiente universitário, com times compostos sobretudo por técnicos, depositam mais pedidos de patentes. A conclusão é de pesquisadores da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Fearp-USP), que analisaram centenas de laboratórios do país e mapearam sua produção científica e tecnológica. “O objetivo foi tentar compreender como diferentes modelos de laboratórios estavam relacionados à produtividade científica e tecnológica”, explica Alexandre Dias, um dos autores do estudo apresentando os resultados, publicado em dezembro na *Economics of Innovation and New Technology*.

Dias iniciou suas análises no doutorado, concluído em 2017 sob orientação do economista Sérgio Kannebley Júnior, da Fearp-USP. Os pesquisadores se basearam em dados produzidos a partir de um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) em 2014 acerca de 1.760 laboratórios atuando nas áreas de engenharias, ciências exatas e da Terra, biológicas, agrícolas, da saúde e multidisciplinares. À época, o estudo do Ipea verificou que a infraestrutura de pesquisa no Brasil era majoritariamente for-

mada por pequenos laboratórios ligados a universidades, nos quais trabalham, em média, quatro pesquisadores. O modelo vai na contramão de países com sistemas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) consolidados e que investem em grandes laboratórios franqueados a múltiplos pesquisadores (ver Pesquisa FAPESP nº 232).

Dias e Kannebley selecionaram 1.412 desses laboratórios e analisaram uma série de informações que haviam sido levantadas pelo Ipea a partir de um questionário enviado aos seus coordenadores. O levantamento reuniu dados sobre o valor estimado da infraestrutura física dos laboratórios e de seus equipamentos, a composição de suas equipes, os vínculos de cooperação, as atividades realizadas, os custos operacionais, as fontes de recursos, entre outros. Com isso, os pesquisadores distinguiram os laboratórios em cinco categorias distintas (ver *infográfico*). Em seguida, cruzaram as informações coletadas com dados de publicações e patentes dos pesquisadores vinculados aos laboratórios avaliados. Para isso, recorreram à plataforma Lattes, da qual extraíram informações sobre a produção científica e tecnológica deles.

Verificaram que laboratórios como o de Malacologia e Ecologia de Bentos da Universidade Federal da Bahia (UFBA) tiveram um desempenho científico quase três vezes superior ao de laboratórios como a Unidade Laboratorial de Refe-

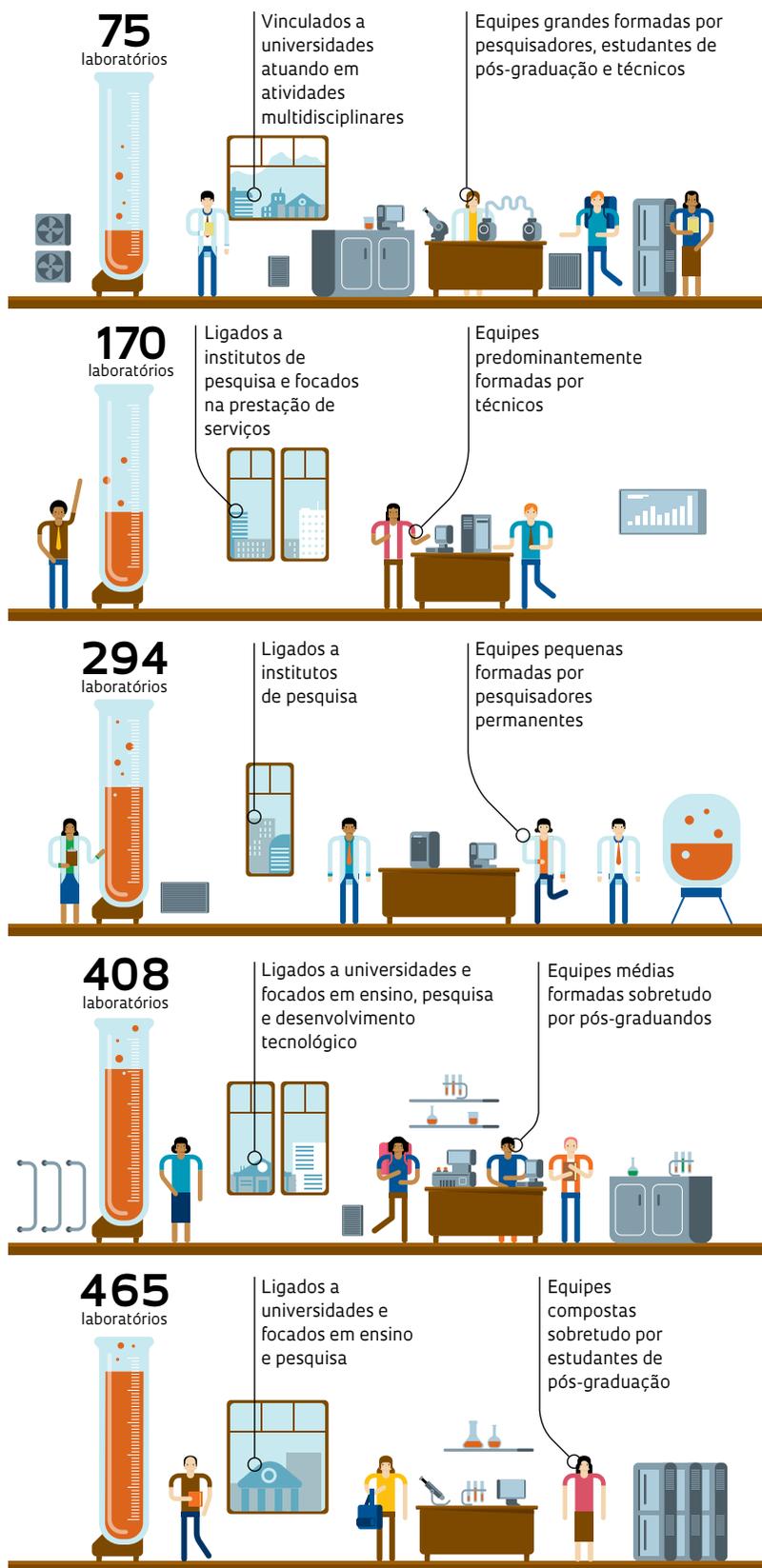
rência de Análises Físicas, Sensoriais e Estatística do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), em Campinas. Ao analisar a intensidade de patenteamento, porém, os polos se inverteram. “Os laboratórios ligados a institutos de pesquisa, fora do ambiente universitário e com equipes formadas sobretudo por técnicos, depositaram mais pedidos de patentes”, destaca Kannebley.

A exceção ficou com os laboratórios que, embora vinculados a universidades, se dedicam a atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e que mantêm colaborações com empresas: além de mais produtivos cientificamente, foram os que mais depositaram pedidos de patentes dentre os 948 laboratórios universitários avaliados. Um exemplo é o Unisim, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (FEM-Unicamp), com foco na área de simulações numéricas e gerenciamento de reservatórios de petróleo. “O fato de esses laboratórios investirem em pesquisa e desenvolvimento tecnológico e colaborarem com a indústria foi determinante para que tivessem um bom desempenho na intensidade de patenteamento”, esclarece Dias.

Na avaliação dos autores, os resultados do estudo ressaltam a necessidade de se intensificar os mecanismos de interação entre ciência e tecnologia nos laboratórios públicos brasileiros. Isso envolveria uma mudança nos critérios

Os espaços de pesquisa no Brasil

Após analisar 1.412 laboratórios públicos do país, os pesquisadores identificaram cinco categorias diferentes



de avaliação docente adotados no Brasil. “Há muito esses instrumentos priorizam a produção científica, de modo que os pesquisadores acabaram se adequando a essa exigência”, avalia Dias. “Para mudar essa cultura, seria preciso, entre outras coisas, reequilibrar os critérios de avaliação, intensificando a importância do desenvolvimento tecnológico e da interação com o setor privado.” Segundo ele, os achados também reforçam a ideia de que é preciso investir mais nas infraestruturas de pesquisa no Brasil, com foco e prioridade, de modo a dotar o sistema de CT&I com laboratórios robustos e atualizados, permitindo, também, o trabalho integrado com a indústria.

Para a economista Fernanda De Negri, do Ipea, uma das autoras do levantamento sobre a infraestrutura de pesquisa do Brasil publicado em 2016, o investimento em laboratórios de grande porte é essencial para dar lastro a trabalhos na fronteira do conhecimento. “Não parece razoável supor que um pesquisador, por melhor que seja, conseguirá fazer pesquisa de ponta em laboratórios pequenos, com equipamentos obsoletos e equipes enxutas e pouco diversas.”

Na sua avaliação, o investimento na construção de grandes laboratórios compartilhados, com acesso a equipamentos modernos para múltiplos usuários, poderia ajudar a alavancar a produção científica nacional. “O Brasil dispõe de poucas instituições desse tipo. Um dos principais exemplos é o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais [CNPEM]”, diz. “Para mudar esse cenário, é preciso planejamento coordenado pelo setor público em parceria com empresas e comunidade científica, que poderia ajudar a mapear áreas nas quais o país já é competitivo internacionalmente e que poderiam se beneficiar mais desses grandes laboratórios.” ■

Rodrigo de Oliveira Andrade

Projeto

Produtividade científica e tecnológica das infraestruturas de pesquisa brasileiras (nº 15/13816-4); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Sérgio Kannebley Júnior (USP); **Investimento** R\$ 83.780,96.

Artigo científico

DIAS, A. A. e JUNIOR, S. K. Scientific productivity and patenting at the laboratory level: An analysis of Brazilian public research laboratories. **Economics of Innovation and New Technology**, dez. 2019.

DESAFIO DE ROMPER

O uso e a eficiência do Facebook para disseminar o conteúdo de revistas científicas do Brasil foram investigados em pesquisa realizada no Instituto de Biociências de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). A jornalista Tatiana de Carvalho Duarte, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da instituição, levantou as estratégias de divulgação em redes sociais de periódicos da coleção SciELO Brasil (Scientific Electronic Library Online), que abrange quase 300 revistas de acesso aberto.

O estudo deteve-se sobre as revistas com contas no Facebook e constatou que menos da metade delas havia criado um perfil até 2018 – de 285 publicações analisadas, apenas 126 estavam presentes nessa mídia social. Duarte observou que poucas utilizavam o ambiente virtual de modo eficiente. Das páginas, 20% estavam inativas e 29% divulgavam conteúdo de forma esporádica. Só 8% faziam postagens diárias, enquanto 25% publicavam semanalmente e 18% uma vez ao mês. O foco no Facebook se explica. “A rede foi escolhida por seu alcance gigantesco, com mais de 127 milhões de usuários no país, e o custo para as publicações é pequeno”, diz. “Mas quaisquer formas de

divulgação on-line têm potencial para atingir o grande público.” Os periódicos indexados na SciELO se comprometem a adotar planos de marketing e divulgação que incluam a produção de *press releases* de seu conteúdo e a disseminação das pesquisas em redes sociais, como o Twitter, o Facebook, entre outras ações.

Duarte observou problemas adicionais, como periódicos que fazem postagens em inglês, inadequadas para atingir o público que não é bilíngue, ou o recurso de apenas informar o link do artigo científico, sem nenhum texto relacionado. “As postagens precisam ser acessíveis e podem ser escritas em linguagem informal. Mas vi erros ortográficos e frases de duplo sentido, que colocavam a credibilidade a perder”, afirma Duarte, que trabalha com divulgação científica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, *campus* de Muzambinho (Minas Gerais). Segundo ela, com publicações feitas sem planejamento, as postagens acabam circulando apenas em pequenas comunidades interessadas, não atingindo o alcance e o engajamento que poderiam ter. Os dados sobre a presença de periódicos no Facebook fazem parte de sua tese de doutorado, orientada pelo professor Afonso Antonio Machado, que será defendida em 2020.

Se o quadro geral das publicações é pouco animador, alguns exemplos mostram que é possível engajar mais leitores. Segundo a pesquisa, a revista com maior número de seguidores no Facebook, hoje na casa dos 40 mil, é a *Ambiente & Sociedade*, um periódico interdisciplinar editado desde 1997 pela Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (Anppas). Com perfis no Facebook e no Twitter, divulga postagens sobre seus artigos e usa a rede para anunciar a chegada de novas edições. Outro exemplo são os *cadernos pagu*, revista do Núcleo de Estudos de Gênero (Pagu) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com quase 17 mil seguidores no Facebook. A estratégia, ali, é diferente: editoras da publicação e autores de artigos gravam vídeos comentando o conteúdo das edições. “Os vídeos ajudam a chamar a atenção para o conjunto de artigos e mobilizam nossa comunidade, que é formada principalmente por pessoas da academia ou com interesse em pesquisa sobre gênero”, diz a cientista social Iara Beleli, editora dos *cadernos pagu*, pesquisadora do Núcleo Pagu e professora do Instituto de Artes da Unicamp. Ela gostaria de ampliar o trabalho de divulgação, mas diz que não dispõe de estrutura para isso. “Seria óti-

A BOLHA

Revistas acadêmicas do Brasil ainda utilizam pouco o Facebook para levar seu conteúdo ao público, mostra estudo

Fabrizio Marques

mo se tivéssemos quem analisasse nossas interações nas redes e sugerisse novas estratégias, mas por enquanto isso não é viável.” Beleli explica que, na dinâmica de trabalho da revista, a divulgação para o público leigo ainda não está em primeiro plano. “Nossa prioridade é atrair bons artigos e isso nos toma praticamente todo o tempo. Nesse momento, tenho 350 manuscritos em avaliação”, afirma.

Abel Packer, coordenador da biblioteca SciELO Brasil, observa que muitas revistas ainda não dispõem de recursos para operar contas dedicadas e atualizadas de redes sociais como o Twitter e o Facebook ou para manter blogs, que são os métodos mais comuns de divulgação. “Na prática, isso exige que os periódicos tenham dois tipos de editor – um para a gestão dos artigos e outro para a gestão da presença nas redes – e nem todos conseguem ainda executar as duas tarefas”, afirma. Ele pondera que a criação de perfis em redes sociais não é suficiente para amplificar o impacto da produção acadêmica. “Mais importante do que ter conta do periódico em redes sociais ou acadêmicas é conseguir que as pesquisas sejam compartilhadas por um público amplo. Nessa perspectiva o desafio principal é dos autores. Com o reforço deles, muitos periódicos conseguem ter um en-

gajamento elevado mesmo sem perfis ou com menos seguidores. Como espaço de divulgação, o blog SciELO em Perspectiva serve a todos os periódicos”, afirma.

Outro levantamento, feito sobre a repercussão na imprensa e em redes sociais do conteúdo das revistas da SciELO entre 2012 e 2019, mostra que o *Journal of the Brazilian Chemical Society* foi a publicação da coleção cujos artigos mais repercutiram em jornais, na internet e em mídias sociais, mesmo tendo apenas 5 mil seguidores no Facebook. Já revistas com público maior, como *Ambiente & Sociedade* e os *cadernos pagu*, aparecem, respectivamente, em 94º e em 111º lugar em número de menções. Os dados, compilados pela empresa Altmetrics, mostram que hoje o número de menções a revistas da SciELO Brasil é duas vezes maior do que em 2014 e cresce ano a ano.

Em segundo lugar no levantamento da Altmetrics, a revista *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, tornou-se referência por divulgar seu conteúdo na internet – em 2017, a estratégia da publicação foi analisada em uma dissertação de mestrado defendida na Unicamp. Há seis anos, a publicação

contratou duas jornalistas que hoje escrevem regularmente em dois blogs – um com conteúdo em português e o outro em inglês e espanhol. A equipe produz regularmente textos, entrevistas, reportagens e vídeos relacionados a artigos do periódico, que são divulgados em postagens no Facebook e no Twitter. Pelo menos 500 pessoas visitam os blogs por dia e o perfil da revista no Facebook no Brasil dispõe de 9,6 mil seguidores. O impacto dessa produção é palpável – segundo a Altmetrics, o conteúdo foi citado 4,7 mil vezes em blogs, reportagens e redes sociais entre 2012 e 2019.

“Fomos desafiados pela SciELO a fazer um projeto-piloto de divulgação e demos o passo inicial com apoio financeiro de um edital lançado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [Ipea]. Hoje, mantemos a estrutura com o suporte da Fiocruz”, diz a historiadora Roberta Cardoso Cerqueira, editora-executiva da revista. Segundo ela, a Fiocruz dá credibilidade ao trabalho de divulgação que, no entanto, só se manteve com um planejamento rigoroso. “Instituímos uma etapa adicional no fluxo de trabalho da revista para promover a divulgação. Embora seja executada por jornalistas, passou a fazer parte também da rotina dos editores”, conta. ■

Enormes bancos de dados sobre compostos e técnicas de garimpagem digital tentam acelerar a descoberta de novas estruturas

Marcos Pivetta

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/03/2020

BIG DATA DE MATERIAIS



O uso conjugado de abordagens típicas da era do big data pode acelerar a busca por novos materiais e diminuir o caráter empírico desse processo, marcado historicamente por um misto de tentativa e erro, acidentes, observação apurada e, não menos importante, sorte. Pesquisadores de diferentes campos da física, da química e da engenharia de materiais esperam encurtar o caminho que os leve a compostos ainda não encontrados ou sintetizados por meio do emprego de computadores cada vez mais potentes, algoritmos de inteligência artificial e acesso a crescentes bancos de dados sobre propriedades e estruturas de materiais teóricos, nunca feitos em laboratórios, ou reais, já obtidos experimentalmente. Por ora, as promessas são mais estimulantes que as descobertas, mas a abordagem ainda está em sua infância, no exterior e no Brasil.

A equipe do engenheiro de materiais Edgar Dutra Zanotto, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), contabiliza avanços na busca por novas composições e estruturas vítreas graças ao emprego de ferramentas de inteligência artificial. Em artigo científico publicado no final de janeiro na revista científica *Acta Materialia*, Zanotto e seus colaboradores confrontaram a eficiência de seis algoritmos em correlacionar a composição química de 43.240 vidros óxidos, selecionados em uma base de dados, com uma propriedade fundamental desse tipo de material: a temperatura de transição vítrea (T_g). Esse pa-

râmetro indica a temperatura acima da qual um material amorfo deixa sua fase rígida e quebradiça e passa a exibir um estado mais viscoso e maleável. “Comparamos a eficiência dos algoritmos em prever a T_g de compostos que já conhecíamos e concluímos que dois se destacavam”, explica Zanotto, coordenador do Centro de Pesquisa, Educação e Inovação em Vidros (CeRTEV), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP. A margem de erro nas projeções fornecidas pelo melhor algoritmo, o Random Forest, foi de no máximo 7,5%, um excelente desempenho, similar ao nível de incerteza das medidas obtidas experimentalmente.

Esse não foi o primeiro trabalho nessa linha da equipe. Há dois anos, Zanotto, o pós-doutorando Daniel Cassar e o professor André Carlos Ponce de Leon, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-SP), tinham testado a performance de apenas um algoritmo para prever propriedades de vidros. O próximo trabalho vai medir a eficiência dos três melhores algoritmos conhecidos na tarefa de correlacionar a composição química desses vidros óxidos com outras cinco propriedades importantes para aplicações e o desenvolvimento de vidros, como índice de refração e coeficiente de expansão térmica. “Quando os algoritmos se tornarem tão refinados a ponto de antever com precisão as características de um material apenas a partir de sua composição, não precisaremos mais gastar tanto tempo e recursos para testar as

Pesquisadores de São Carlos testam algoritmos que facilitem a busca por novos tipos de vidros



inúmeras possibilidades de descobrir vidros em laboratório”, comenta Zanotto. As formulações não promissoras nem irão para a bancada e os pesquisadores poderão concentrar esforços nos compostos com mais chance de dar certo.

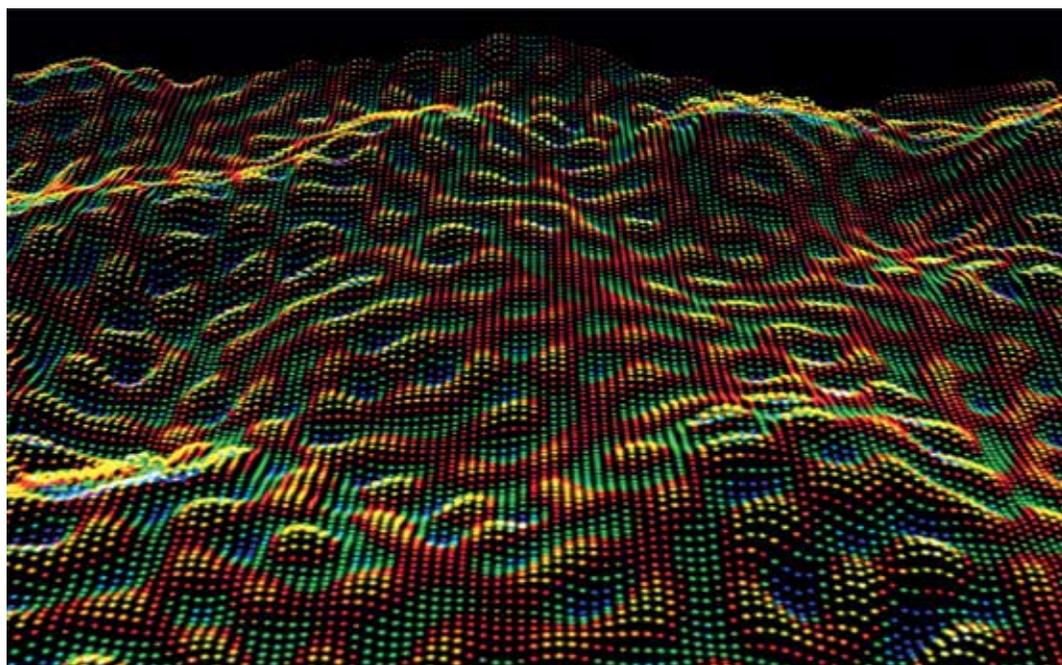
Com a abordagem de big data e as técnicas de inteligência artificial, é possível inverter a forma de trabalhar na ciência de materiais. Historicamente, os pesquisadores primeiro descobrem, por acaso ou depois de incessantes buscas ou modificações, um composto ou uma estrutura inédita e, em seguida, tentam medir suas propriedades e ver se pode servir para algo. Agora o acesso a grandes bancos de dados de materiais permite selecionar as propriedades desejadas e averiguar que tipos de compostos apresentam essas características (ver quadro na página ao lado). Foi isso que fizeram pesquisadores da Universidade Federal do ABC (UFABC) e do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Eles consultaram a base de dados Automatic - Flow for Materials Discovery (Aflow) em busca de compostos tridimensionais que apresentavam uma propriedade quântica associada a um tipo de configuração do spin dos elétrons, o chamado efeito Zeeman.

Até agora, esse efeito, que altera os níveis de energia dos átomos, só foi verificado experimentalmente em materiais bidimensionais, formados por uma única camada de átomos, semelhantes ao grafeno, quando submetidos a um campo magnético. “De uma lista de aproximadamente 59 mil compostos da Aflow, encontramos 20 que apresentam o efeito da forma que queríamos, sem a necessidade de um campo magnético”, comenta o

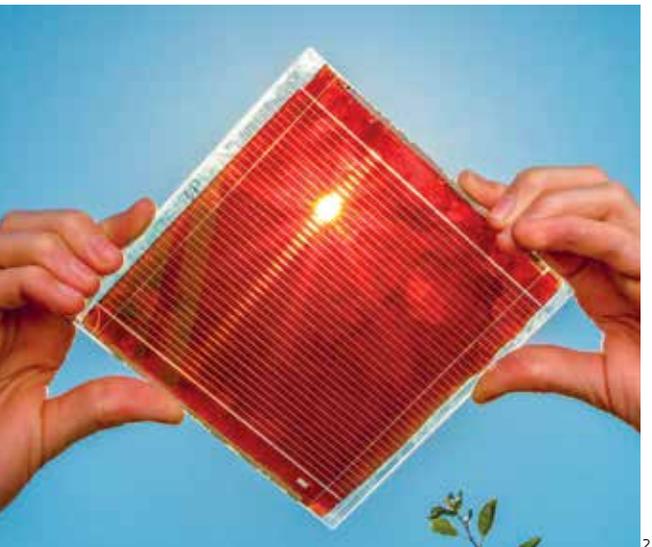
físico Gustavo Dalpian, da UFABC, um dos autores de um artigo publicado no periódico *Quantum Materials* em agosto do ano passado. Essa particularidade confere, teoricamente, uma vantagem para esses materiais na confecção de dispositivos de spintrônica, a eletrônica baseada nos estados do spin (e não na carga do elétron). “Dentro de um aparelho feito com esses materiais tridimensionais que exibem o efeito Zeeman não seria necessário incluir um ímã adicional para gerar o campo magnético. Isso tornaria menos complexo construir esse dispositivo”, explica Dalpian.

Para o físico Adalberto Fazzio, diretor do LNNano e autor de trabalhos sobre o emprego de mineração de dados na busca por novos materiais, as abordagens computacionais são úteis e importantes, porém devem ser refinadas e encaradas de forma realista. “Os algoritmos ainda precisam ser ensinados a encontrar as expressões matemáticas nos bancos de dados que realmente representam os princípios físicos”, pondera Fazzio. Um dos percalços de usar modelos e ferramentas computacionais é obter resultados irreais, que parecem ser um atalho para novas descobertas, mas podem ser uma trilha sem saída. Às vezes, uma simulação aponta como promissores compostos que não são estáveis ou não podem ser fabricados. Nesse caso, só o conhecimento científico, embutido em algoritmos de mineração cada vez melhores ou compilado pela literatura científica, tira o pesquisador do mau caminho.

A julgar pela origem geográfica dos maiores bancos de dados hoje disponíveis, a corrida por novos materiais é liderada por americanos



Superfície de um isolante topológico vista em um microscópio de tunelamento



Novos compostos para células solares são uma das estruturas mais pesquisadas nos bancos de dados

e europeus. “A China tem uma produção que ainda não é muito visível”, diz o físico Osvaldo Novais de Oliveira Junior, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP. “Eles publicam em chinês ou fazem materiais sobre os quais não publicam nada.” Segundo o pesquisador, as técnicas de inteligência de máquina são boas para classificar – sejam imagens, palavras ou propriedades de materiais –, mas não para interpretar. Ao lado de Dalpian, Oliveira Junior editou uma coletânea de artigos sobre o emprego de técnicas de big data na procura por novos materiais em julho de 2019 para a revista *ACS Applied Materials & Interfaces*.

Se esse campo realmente produzir os resultados esperados, histórias como as do médico escocês Alex Flemming (1881-1955), que, em 1928, descobriu de forma fortuita a penicilina, serão cada vez mais raras. Ao voltar de duas semanas de férias, Flemming, que tinha fama de descuidado, percebeu que um mofo esbranquiado havia se formado sobre um meio de cultura. O fungo evitava o crescimento de bactérias que haviam contaminado inadvertidamente a placa de petri. Assim nasceu o primeiro antibiótico natural. ■

Projeto

CeRTEV – Centro de Pesquisa, Educação e Inovação em Vidros (nº13/07793-6); Modalidade Programa Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); Pesquisador responsável Edgar Dutra Zanotto (UFSCar); Investimento R\$ 34.665,855,27.

Artigos científicos

ALCOBAÇA, E. *et al.* Explainable machine learning algorithms to predict glass transition temperature. *Acta Materialia*. 30 jan. 2020.
ACOSTA, C. M. *et al.* Zeeman-type spin splitting in nonmagnetic three-dimensional compounds. *Quantum Materials*. 7 ago. 2019.

Seis bancos de dados

Iniciativas podem ser de caráter amplo ou especializadas na busca por determinados tipos de materiais

THE MATERIALS PROJECT

Lançado em 2011 pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, o projeto é administrado pelo Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, na Califórnia. Sua base de dados tem informações sobre a química, a estrutura e as propriedades de 124 mil compostos inorgânicos e 530 mil materiais nanoporosos. Disponibiliza ferramentas que permitem simular as características dos materiais antes de testá-los no laboratório.

AUTOMATIC-FLOW FOR MATERIALS DISCOVERY (AFLOW)

Consórcio formado por 16 universidades (a maioria dos Estados Unidos e algumas da Europa e Ásia), a iniciativa reúne informações sobre 3,2 milhões de materiais compostos, dos quais calculou mais de meio bilhão de propriedades quânticas, térmicas, estruturais e elásticas, entre outras. O Departamento de Energia norte-americano também apoia o projeto, que possibilita a construção virtual de materiais usando tecnologias de varredura de larga escala (high-throughput).

THE NOVEL MATERIALS DISCOVERY (NOMAD)

Repositório europeu capitaneado pela Sociedade Max Planck, da Alemanha, criado no fim de 2015, que reúne oito centros de pesquisas de materiais e quatro de supercomputação. Mantém ferramentas virtuais para pesquisar e cruzar as propriedades, a estrutura e outros parâmetros de milhões de compostos. Tem uma enciclopédia on-line de materiais, com dados sobre uma fração dos materiais encontrados em seu repositório.

HYBRID3

Banco de dados especializado em cristais semicondutores híbridos, formados a nível molecular ou nanométrico por um composto orgânico e outro inorgânico. É tocado por instituições superiores de ensino e pesquisa dos Estados Unidos, sob a liderança da Universidade Duke. Seu foco principal é a procura por materiais que apresentem a chamada estrutura cristalina das perovskitas, similar à do titanato de cálcio (CaTiO₃), que podem ser uma alternativa barata e eficiente para a fabricação de células solares.

COMPUTATIONAL 2D MATERIALS DATABASE (C2DB)

Reúne informações sobre 4 mil materiais bidimensionais, como sua estrutura, elasticidade, propriedades termodinâmicas, eletrônicas, ópticas e magnéticas. Esses materiais são formados por uma única camada de átomos. Seu mais conhecido representante é o grafeno, cuja famosa estrutura hexagonal apresenta a espessura de um átomo de carbono. O banco de dados é organizado por pesquisadores da Universidade Técnica da Dinamarca.

TOPOMAT

Projeto da Escola Politécnica Federal de Lausane, na Suíça, focado numa das classes mais exóticas de materiais, os isolantes topológicos, que conduzem eletricidade em sua superfície, mas, como seu nome indica, comportam-se como isolantes em seu interior. Teve início em 2012 e seu banco de dados contabiliza informações sobre mais de 13,5 mil materiais. Potencialmente, os isolantes topológicos podem levar à produção de novas formas de dispositivos eletrônicos.



METEORITO EMPOEIRADO

Fragmento de astro que caiu em 1969 na Austrália guarda material de até 7,5 bilhões de anos, mais antigo do que o Sistema Solar

Ricardo Zorzetto

Fragmento do meteorito Murchison (*acima*) e grãos de poeira estelar analisados (*à dir.*)

Perto de 11h do domingo de 28 de setembro de 1969, uma bola de fogo cruzou o céu no sul da Austrália. Era uma rocha vinda do espaço que, ainda no alto, explodiu e gerou um estrondo ouvido segundos mais tarde. Uma chuva de pequenos blocos caiu próximo a Murchison, um vilarejo a 160 quilômetros ao norte de Melbourne, capital do estado de Vitória. Os quase 100 quilos de fragmentos recuperados do meteorito foram distribuídos entre museus nos Estados Unidos e na Austrália e vêm sendo analisados há cinco décadas. Os pesquisadores se interessam em conhecer a origem e composição de corpos como o meteorito Murchison porque podem revelar como era a nuvem de gás e poeira que originou o Sol e seus planetas.

O estudo mais recente de amostras do Murchison revelou que esse meteorito contém grãos de poeira estelar formados até 7,5 bilhões de anos atrás, bem antes do Sistema Solar. Por essa razão, esses grãos são chamados de pré-solares. “Esses são os materiais sólidos mais antigos já encontrados na Terra”, afirmou à imprensa o geoquímico norte-americano Philipp Heck, pesquisador do Field Museum e da Universidade de Chicago, nos Estados Unidos, primeiro autor do artigo que descreveu os resultados em 13 de janeiro na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*.

Heck coordenou o trabalho de um grupo internacional integrado pela geoquímica brasileira Janaína Nunes Ávila, da Universidade Nacional Australiana (ANU), que usou diferentes técnicas para investigar a estrutura, a idade e a origem de 40 grãos de poeira estelar pré-solares extraídos do Murchison. Alguns deles já haviam sido analisados com técnicas menos precisas, que lhes atribuíram uma idade superior à do Sistema Solar, mas não tão elevada quanto agora.

Invisíveis a olho nu, esses grãos pré-solares são muito raros. Eles se formaram a partir da agregação de elementos

químicos nas camadas de poeira que envolvem certas estrelas no final da vida. Em anos, esses elementos se unem até formar minúsculos grãos, que acabam incorporados à estrutura de asteroides como o que gerou o meteorito Murchison. “Cada grão é essencialmente um minúsculo pedaço congelado de uma estrela que morreu antes da formação do Sistema Solar”, conta Ávila. Seu trabalho permitiu identificar que os grãos de poeira do Murchison analisados agora foram gerados por gigantes vermelhas, estrelas mais velhas e brilhantes do que o Sol.

Para extrair os grãos, os pesquisadores, primeiro, trituram uma lasca do meteorito até que vire um pó muito fino. Depois, usam ácidos para dissolver os compostos orgânicos e os inorgânicos mais solúveis. O que resta são grãos extremamente resistentes – os estudados são de carbeto de silício (SiC).

O Murchison integra uma classe de meteoritos chamada condrito carbonáceo, ricos em compostos orgânicos e pouco alterados pelo calor durante sua formação. “Os condritos carbonáceos passam por temperaturas inferiores a 200 graus Celsius”, explica a astrônoma Maria Elizabeth Zucolotto, curadora da seção de meteoritos do Museu Nacional (MN), no Rio de Janeiro. “Por essa razão, sua composição química sofre pouca alteração e eles funcionam como uma espécie de registro fóssil da época e da região em que surgiram.” Quando manipulados, liberam um odor característico, que, para alguns, lembra uma mistura de cheiro de asfalto com o de lama de mangue.

Para estimar a idade dos grãos de carbeto de silício, os pesquisadores mediram a concentração de dois elementos químicos que ficam aprisionados em sua estrutura: hélio (He) e neônio (Ne). O grupo analisou especificamente duas variedades (isótopos) desses elementos raros na Terra: o He-3, que contém

em seu núcleo duas partículas de carga elétrica positiva (prótons) e uma neutra (nêutron), e o Ne-21, com 10 prótons e 11 nêutrons. Esses isótopos são produzidos no espaço a partir da interação de raios cósmicos (partículas altamente energéticas que viajam a velocidades próximas à da luz) com outros elementos químicos. Como a concentração de He-3 e de Ne-21 nos grãos é proporcional ao tempo que passaram expostos aos raios cósmicos, os pesquisadores conseguem calcular quando os grãos se formaram.

Dos 40 exemplares analisados agora, 24 têm entre 4,6 bilhões e 4,9 bilhões de anos de idade (a Terra se formou há 4,5 bilhões de anos). Quatro têm mais de 5,5 bilhões de anos – o mais antigo se formou cerca de 7,5 bilhões de anos atrás. A maior parte dos grãos vagou entre 4 milhões e 3 bilhões de anos no espaço antes de ser incorporada por estruturas maiores que protegeram os grãos da ação dos raios cósmicos. O Universo tem a idade estimada em 13,7 bilhões de anos.

Segundo Heck, a existência de mais grãos com idade entre 4,6 bilhões e 4,9 bilhões de anos sugere que teria havido um surto de formação de estrelas na Via Láctea, a galáxia que abriga o Sistema Solar, há 7 bilhões de anos. Uma proporção maior de estrelas teria nascido, evoluído rapidamente e morrido 2 bilhões de anos mais tarde, expulsando para o espaço os elementos formadores desses grãos. “Houve um tempo, antes do início do Sistema Solar, em que se formaram mais estrelas do que o normal”, explicou. “Graças a esses grãos, agora temos evidências diretas de que houve um período de formação estelar aumentada em nossa galáxia.” O Murchison e outros meteoritos podem abrigar grãos até mais antigos, ainda não encontrados. ■

Artigo científico

HECK, P. R. *et al.* Lifetimes of interstellar dust from cosmic ray exposure ages of presolar silicon carbide. *PNAS*. v. 117, n. 4, p. 1884-7. 13 jan. 2020.



Medidas de sustentabilidade poderiam reduzir em até 63% o emprego de fertilizantes inorgânicos na lavoura de cana-de-açúcar

Suzel Tunes

A adoção de cinco medidas de sustentabilidade poderia reduzir em 63% a aplicação de fertilizantes à base de fósforo na área atual de cultivo de cana-de-açúcar no país, que alcança cerca de 10 milhões de hectares. Se esses procedimentos fossem implementados, pouco mais de 300 milhões de quilos de fertilizantes deixariam de ser gastos nos próximos 30 anos, gerando uma economia de US\$ 528 milhões no período para o setor sucroalcooleiro, isto é, US\$ 17,6 milhões por ano, em média. Tudo isso sem prejuízo para a produtividade da lavoura. Os cálculos fazem parte de um estudo feito por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e do exterior publicado na edição de dezembro da revista científica *Global Change Biology Bioenergy (GCB Bioenergy)*. “Quando começamos o trabalho, não esperávamos números tão grandes”, reconhece o engenheiro-agrônomo iraniano Amin Soltangheisi, principal autor do artigo, que faz estágio de pós-doutorado no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena) da USP de Piracicaba.

Os resultados se baseiam no emprego da chamada estratégia 5R ao cultivo da cana. A metodologia preconiza cinco

ações destinadas a tornar mais eficiente o uso dos fertilizantes: utilizar o nutriente em quantidades mais precisas para evitar desperdício; reduzir as perdas de fósforo provocadas pela erosão hídrica do solo, pois a queima da cana, ainda realizada em algumas regiões do Brasil, elimina a cobertura vegetal e agrava esse processo por não haver cobertura vegetal; integrar a lavoura à pecuária a fim de substituir parte do fertilizante inorgânico por esterco animal; recuperar fósforo a partir de resíduos como o esgoto ou a vinhaça resultante da produção de etanol; e redesenhar os sistemas de produção para melhorar a sustentabilidade do cultivo, utilizando, por exemplo, recursos como a engenharia genética para a produção de espécies mais eficientes na absorção de fósforo do solo.

A primeira das cinco ações da estratégia 5R é a que possibilita aplicação mais simples e rápida, segundo o engenheiro-agrônomo Luiz Antônio Martinelli, do Cena, coordenador da equipe que conduziu o estudo. Desde a década de 1960, quando se iniciou a utilização regular desse tipo de fertilizante no país, os agricultores brasileiros têm aplicado fósforo em quantidades muito superio-

CANAVIAL COM MENOS FÓSFORO

res às que se estimavam necessárias. O uso em excesso se baseava numa característica dos solos brasileiros, ricos em óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, que tendem a se ligar ao fósforo e impedir que o nutriente ficasse disponível para as plantas. Mas estudos mais recentes indicam que a quantidade de fósforo que de fato se fixa ao solo e se torna inacessível aos cultivos é menor do que se pensava. Dessa forma, haveria um excedente desse nutriente disponível na terra que tornaria desnecessário, em muitos casos, o emprego de mais fertilizantes. “Os solos brasileiros se tornaram um banco de fósforo, com uma razoável poupança desse nutriente, que foi depositado ao longo de muitos anos”, afirma Martinelli.

Para o agrônomo Vinicius Benites, da Embrapa Solos, do Rio de Janeiro, trata-se de uma reserva bilionária. Ele participou de um estudo, publicado em fevereiro de 2018 na revista *Scientific Reports*, segundo o qual nos últimos 50 anos o Brasil adicionou 45,7 milhões de toneladas de fósforo em seu solo. Metade desse total permanece no solo, um pecúlio estimado em US\$ 40 bilhões. “Hoje o termo fixação é considerado controverso, pois estudos recentes mostram que boa

parte desse fósforo não está tão fixada assim”, diz Benites. Em alguns locais do país, a saturação de fósforo na terra permite até que a planta absorva o nutriente sem a necessidade de sempre recorrer a mais insumo. Algumas lavouras, como a de soja e a de milho do Centro-Oeste – responsáveis por 60% do consumo de fósforo no Brasil –, já não respondem tão bem à aplicação do produto. De acordo com os pesquisadores, o uso sustentável do fósforo deve se pautar pela aplicação da quantidade necessária de fertilizante para manter os teores desse elemento no solo. Dessa forma, o Brasil poderia se tornar menos dependente de importações e de altas no preço do insumo.

O uso imoderado de fertilizantes inorgânicos tem impactos econômicos e ambientais. Soltangheisi pondera que níveis excessivos de fósforo no solo não são particularmente prejudiciais à saúde das plantas, embora possam impedir a absorção de ferro e zinco, causando deficiência desses nutrientes. O maior impacto é ambiental. “O uso de grandes quantidades do nutriente na agricultura pode levar ao crescimento excessivo de plantas aquáticas e, conseqüentemente, ao esgotamento de oxigênio da água”, ex-

plica o agrônomo. Do ponto de vista econômico, o emprego excessivo também sai caro, uma vez que cerca de 60% do fertilizante inorgânico à base de fósforo usado na agricultura brasileira é importado. “O fósforo é um recurso limitado e 70% das reservas mundiais estão no Marrocos. As reservas totais de fosfato de rocha atualmente disponíveis para exploração no Brasil são estimadas em 320 milhões de toneladas. Nas taxas atuais de extração, em torno de 6,7 milhões de toneladas ao ano, elas vão se esgotar em cerca de 50 anos”, afirma Soltangheisi.

Os autores do trabalho sobre a estratégia 5R esperam que empresas agrícolas se sensibilizem acerca da necessidade de adotar métodos de produção mais sustentáveis. “Essa abordagem ainda não conquistou a aceitação das organizações comerciais”, afirma o biogeoquímico Paul Withers, da Universidade Lancaster, do Reino Unido, coautor do estudo publicado na *GCB Bioenergy*. “Isso ocorre porque o fósforo não é amplamente visto como um problema. Seu uso excessivo em muitos países está desperdiçando um recurso natural finito, cujo suprimento é crítico para garantir a segurança alimentar das gerações futuras.” ■

Uso racional de fertilizantes poderia levar à economia de US\$ 528 milhões no canavial

Projeto

Efeitos ambientais na conversão pastagem-cana e intensificação de pastagens (nº 15/18790-3); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Luiz Antônio Martinelli (USP); **Investimento** R\$ 3.040.558,47.

Artigos científicos

SOLTANGHEISI, A. *et al.* Improving phosphorus sustainability of sugarcane production in Brazil. *Global Change Biology Bioenergy*. v. 11, n. 12, p. 1444-55, dez. 2019.

WITHERS, P. A. J. *et al.* Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. *Scientific Reports*. 7 fev. 2018.



GRAFENO CONTRA INFECÇÕES

Nanomaterial permite
usar baixas doses de luz
para eliminar bactérias

Eduardo Geraque

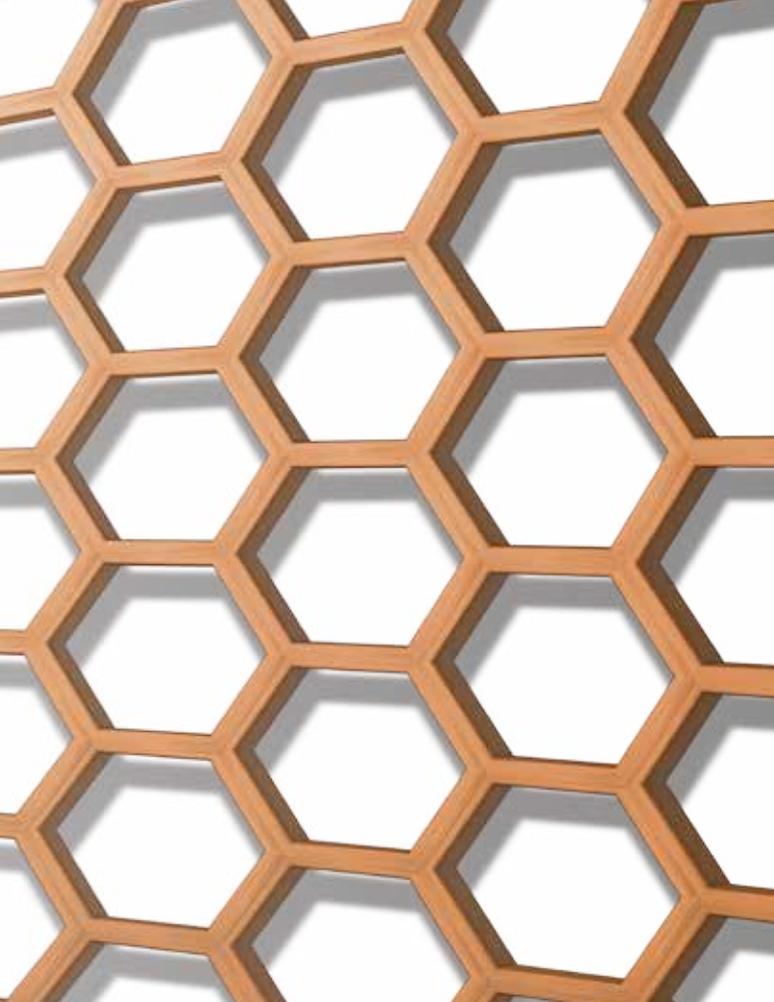
Quando ministrado em conjunto com a luz visível, o grafeno, uma folha de átomos de carbono dispostos de forma hexagonal, apresentou potencial para matar populações de bactérias e possivelmente tratar infecções de pele. Uma equipe de pesquisadores do Centro de Pesquisas em Óptica e Fotônica (CePOF), do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), e do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias (MackGraphe), da Universidade Presbiteriana Mackenzie, mediu os efeitos do uso de folhas de óxido de grafeno iluminadas por LEDs no combate a duas espécies comuns de bactérias: *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, que foram cultivadas em uma solução em laboratório. As folhas de grafeno recobrem os microrganismos e potencializam o efeito da terapia de luz.

“Eliminamos completamente as bactérias com 20 minutos de irradiação”, afirma a física equatoriana María Paulina Romero, uma das autoras do trabalho com os resultados dos experimentos, pu-

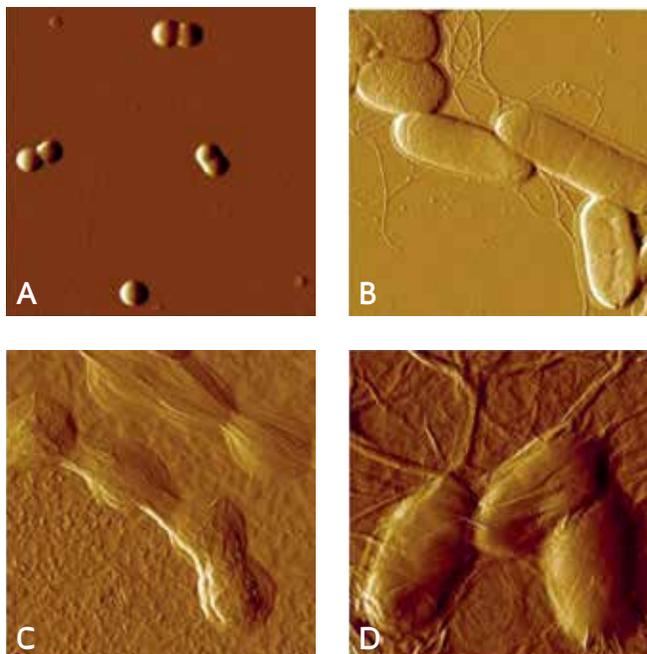
blicado em janeiro na revista científica *Frontiers in Microbiology*. Hoje professora na Escola Politécnica Nacional de Quito, Romero fez um estágio de pós-doutorado no IFSC entre 2017 e 2019.

Sem o auxílio das folhas de óxido de grafeno, a luz vermelha dos LEDs utilizados no experimento, com 630 nanômetros de comprimento de onda, é capaz de iluminar e aquecer as bactérias, mas não de aniquilá-las. Foram usadas no estudo folhas de óxido de grafeno do tamanho de 2 mil nanômetros e de 340 nanômetros. As duas bactérias responderam de forma bastante semelhante aos testes com ambas as variantes do óxido de grafeno. A diferença mais visível foi que, devido à sua morfologia, *Staphylococcus aureus* precisava de concentrações maiores do nanomaterial que *Escherichia coli* para ser inteiramente recoberta pelas folhas do óxido de grafeno.

A dose letal da dupla luz mais óxido de grafeno também foi testada *in vitro* em fibroblastos, um tipo de célula da pele, obtidos de bebês recém-nascidos e apresentou pouca ou nenhuma toxicidade, dependendo da variante empregada do



As bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (imagens A e B) e os mesmos microrganismos recobertos por óxido de grafeno (C e D)



material. As folhas de óxido de grafeno foram sintetizadas no MackGraphe e os testes de ação antimicrobiana foram conduzidos no CePOF, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP. “Para aplicações biológicas, utilizamos protocolos criteriosos para obtenção do óxido de grafeno. A etapa de purificação do material é extremamente importante”, explica a química Cecília Silva, do MackGraphe, outra autora do *paper*. “Impurezas do processo de síntese, como íons metálicos e ácidos, podem causar alterações na viabilidade celular.” Com átomos de oxigênio e de hidrogênio associados à colmeia hexagonal de carbonos, o óxido de grafeno conserva quase todas as propriedades do grafeno puro, como extrema leveza, grande dureza e flexibilidade. É mais simples e barato de produzir.

Baseados em trabalhos prévios de grupos de pesquisa do exterior, os pesquisadores da USP e do Mackenzie sabiam que a irradiação por luz vermelha fazia o grafeno ganhar temperatura e liberar energia. Decidiram, então, averiguar se essas propriedades térmicas e fotodinâ-

micas poderiam ser úteis para debelar infecções bacterianas. Nos experimentos, observaram que, introduzir as folhas de óxido de grafeno nas soluções com os dois agentes infecciosos, o material recobria por completo as bactérias e passava a atuar como um potencializador dos efeitos antimicrobianos da luz. Quando os LEDs, diodos emissores de luz, eram direcionados para as bactérias revestidas pelo nanomaterial, ocorria a liberação de moléculas de oxigênio (O_2) do óxido de carbono e a temperatura local subia de 55 °C para 60 °C. “A irradiação excita o oxigênio a ponto de transformá-lo em um agente tóxico para as bactérias”, comenta Romero. “Usamos um arranjo econômico de LEDs vermelhos, que nos permitiu irradiar uma área de pelo menos 12 centímetros quadrados.”

Segundo a fisiopatologista Natalia Inada, do IFSC, os resultados do trabalho indicam que a nova abordagem poderia ser usada para desinfetar grandes áreas da pele que não respondem bem ao tratamento com antibióticos administrados por via endovenosa. “O grafeno também tem potencial para gerar menos efeitos

colaterais e problemas de resistência aos agentes microbianos”, diz Inada, também coautora do estudo. Coordenador do CePOF, o físico Vanderlei Bagnato, que também assina o artigo científico, destaca que o grafeno é um material com potencial de ser empregado em diferentes campos do conhecimento. “Entre essas áreas, o setor de ciências da vida e de farmacologia é um dos mais promissores”, diz Bagnato. O próximo passo será testar a fototerapia potencializada pelo grafeno no tratamento de tumores de pele. ■

Projetos

1. CePOF-Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica (nº 13/07276-1); Modalidade Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); Pesquisador responsável Vanderlei Salvador Bagnato (USP); Investimento R\$ 44.106.793,11.
2. Grafeno: Fotônica e optoeletrônica. Colaboração UPM-NUS (nº 12/50259-8); Modalidade Auxílio à Pesquisa; Programa Spec; Pesquisador responsável Antonio Helio de Castro Neto (Universidade Presbiteriana Mackenzie); Investimento R\$ 14.956.394,43.

Artigo científico

ROMERO, M. P. *et al.* Graphene oxide mediated broad-spectrum antibacterial based on bimodal action of photodynamic and photothermal effects. *Frontiers in Microbiology*. 15 jan. 2020.



O ANTIGO PEIXE-BOI DE RONDÔNIA

Nova espécie viveu na região do rio Madeira há 45 mil anos e está extinta

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/03/2020

Não existem espécies vivas de peixe-boi na porção do rio Madeira que atravessa Rondônia. Nos últimos milhares de anos, o alto Madeira passou a correr rápido demais, impedindo o crescimento da vegetação de que se alimentam esses mamíferos aquáticos de aspecto bonachão. Com quase 500 quilos e 3 metros (m) de comprimento, os peixes-boi-da-amazônia (*Trichechus inunguis*) preferem as águas mais calmas de rios caudalosos e lagoas temporárias que encontram mais ao norte ou a leste. Foi de Rondônia, entretanto, que vieram os três fósseis usados agora para descrever uma nova espécie de peixe-boi que viveu por lá muito tempo atrás: *Trichechus hesperamazonicus*.

Pesquisadores de Minas Gerais e Rondônia apresentaram o novo peixe-boi, cujo nome indica que é o oeste da Amazônia, em um artigo publicado em janeiro na revista *Journal of Vertebrate Paleontology*. Da nova espécie não há exemplares vivos, apenas pedaços mineralizados da mandíbula e de parte do crânio de indivíduos mortos há milhares de anos. Ainda assim ela é importante por representar a quarta espécie de peixe-boi do gênero *Trichechus* e a segunda de água doce. Além do peixe-boi-da-amazônia, exclusivo de rios do Brasil, da Colômbia e do Peru, há duas espécies de água salgada: o peixe-boi-marinho (*T. manatus*), encontrado em uma faixa que vai da costa sul da América do Norte

ao litoral norte da América do Sul, e o peixe-boi-africano (*T. senegalensis*), de regiões litorâneas de Angola e Senegal.

Os peixes-boi integram a ordem dos sirênios, mamíferos herbívoros exclusivamente aquáticos. Além das quatro espécies do gênero *Trichechus*, a ordem inclui ainda o dugongo (*Dugong dugon*), um mamífero marinho do Indo-Pacífico com a nadadeira caudal bifurcada – a dos peixes-boi lembra um leque. Parentes distantes do elefante, peixes-boi e dugongos têm o focinho alongado e flexível, que usam para apanhar comida. Só em *Trichechus*, porém, os dentes são repostos continuamente ao longo da vida.

“A nova espécie reúne um mosaico de características, algumas de outras espécies, outras únicas dela”, conta o zoólogo Fernando Perini, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), primeiro autor do artigo que descreveu *T. hesperamazonicus*. Embora fosse de água doce como *T. inunguis*, seus dentes, grandes e em pequena quantidade, lembram os das espécies marinhas. O mamífero do oeste da Amazônia tinha seis pares de molares em cada lado da boca, enquanto *T. inunguis* tem nove, menores. Apesar dessa diferença, a mandíbula de *T. hesperamazonicus* se assemelha à de *T. inunguis*: tem a extremidade anterior menos curvada, indicando que a boca era voltada para a frente e adequada para comer plantas na superfície. Nas espécies marinhas, ela é mais curvada para baixo, o que facilita consumir plantas do fundo.

Dois características distinguem *T. hesperamazonicus* dos outros peixes-boi. O ramo posterior da mandíbula, que tem a forma de letra L e se conecta à articulação da boca (próximo ao ouvido), é anormalmente largo e oculta os dentes mais posteriores, um sinal de que tinha músculo da mastigação maior e mais forte. Outra diferença é que os dentes da arcada inferior são inclinados para dentro e os da superior para fora. “Essas características anatômicas justificam a identificação dessa espécie, a primeira comprovadamente fóssil de peixe-boi, como sendo diferente das atuais”, afirma o paleoecólogo Peter Mann de Toledo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), estudioso dos dugongos.

Os três fósseis usados para descrever o peixe-boi-do-oeste-da-amazônia foram encontrados nos anos 1980 e 1990 por garimpeiros do vilarejo de Araras, no município de Nova Mamoré, a 290 quilômetros a sudoeste da capital, Porto Velho, e mais tarde doados a instituições de pesquisa. Naquela época, a exploração de ouro era intensa nessa região de Rondônia próxima à fronteira com a Bolívia. Lavras nas margens do rio Madeira chegaram, em alguns pontos, a 30 m de profundidade e encontraram leitões de rios primitivos nos quais estavam depositados os fósseis de *T. hesperamazonicus* e de outros animais. “Ainda hoje é possível ver pontos brilhantes na matriz de rocha que envolve os fósseis. São grãos de ouro”, conta o paleontólogo argentino Mario Cozzuol, da UFMG, que coordenou a descrição da nova espécie.

Com o geólogo Edgardo Latrubesse, hoje na Universidade Tecnológica Nanyang, em Cingapura, e a palinóloga Silane Caminha, da Universidade Federal do Mato Grosso, Cozzuol visitou os garimpos e mapeou as camadas em que haviam sido encontrados os exemplares petrificados de *T. hesperamazonicus*. Amostras de duas palmeiras depositadas na mesma camada fóssil foram datadas e indicam que esse peixe-boi teria vivido há 45 mil anos, no Pleistoceno superior, que durou de 126 mil a 12 mil anos atrás. Com os fósseis de *T. hesperamazonicus*, foram encontrados cervos, porcos-do-mato, antas, botos e exemplares da megafauna, já extinta. “Essa fauna indica que o clima era quente e úmido e que havia grandes corpos d’água”, conta a paleontóloga Ednair Rodrigues do Nascimento, diretora do Museu Estadual de Rondônia e coautora da descrição do novo peixe-boi.

Na Amazônia, não se encontram sedimentos – e consequentemente registros fósseis – de um intervalo temporal que vai de 5 milhões de anos atrás até o Pleistoceno superior. Segundo Cozzuol, isso impede de saber quando surgiu *T. hesperamazonicus*. “Há muitas perguntas não respondidas sobre quando, como e onde surgiram as espécies vivas de peixes-boi, e a nova espécie é apenas

Fóssil da nova espécie e reconstituição do crânio (à esq.) e peixe-boi-marinho, peixe-boi-africano e peixe-boi-da-amazônia (do alto para baixo): parentes distantes do elefante



a primeira peça no quebra-cabeças”, afirma o paleontólogo norte-americano Daryl Domning, da Universidade Howard, Estados Unidos, um dos mais respeitados especialistas em sirênios. Para ele, é preciso encontrar partes do esqueleto que permitam conhecer melhor a relação dessa espécie com as outras. “Muito mais terá de ser descoberto antes de se saber como o novo animal se encaixa na história evolutiva dos peixes-boi”, diz Domning. ■ Ricardo Zorzetto

Artigo científico

PERINI, F. A. et al. A new species of *Trichechus* Linnaeus, 1758 (Sirenia, Trichechidae), from the upper Pleistocene of southwestern Amazonia, and the evolution of Amazonian manatees. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17 jan. 2020.

Carrapateiro (*Milvago chimachima*)

2



ASAS DA INVASÃO



1

Chupim (*Molothrus bonariensis*)

Em quatro décadas, 35 espécies de aves de fora da floresta se fixaram em áreas desmatadas de propriedade experimental da Amazônia

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/03/2020

Jaçanã (*Jacana jacana*)



3



Cigarrinha-do-campo (*Ammodramus aurifrons*) 4

Uma das consequências de rasgar uma área de floresta tropical para a construção de sítios e fazendas de gado é a abertura de espaços para que aves não adaptadas a esse hábitat denso e fechado busquem novos territórios e se instalem em porções recentemente desmatadas da região. A fragmentação da floresta e a chegada das espécies invasoras também tornam a sobrevivência das aves que historicamente ocupavam a floresta mais difícil – parte delas morre ou é forçada a emigrar. Essa dinâmica, que altera a composição da biodiversidade local, foi constatada em experimentos realizados em alguns lugares do mundo, como em florestas no sul da Ásia, e agora também se encontra bem documentada na Amazônia brasileira, mais precisamente em uma região situada a 80 quilômetros (km) ao norte de Manaus.

Segundo estudo publicado no final de novembro por pesquisadores do Brasil, dos Estados Unidos e da Austrália na revista científica *Ecology and Evolution*, a presença de 139 espécies que não faziam parte da avifauna local foi registrada nas últimas quatro décadas numa propriedade de mil quilômetros quadrados (km²) do Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). Desse total de visitantes, 35 espécies acabaram colonizando e se fixando na área, gerida desde 1979 como um grande experimento de campo pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e o Smithsonian Institution (SI), dos Estados Unidos. Elas hoje representam 13% das espécies de aves que vivem permanentemente no PDBFF, que, ao longo de quatro décadas, perdeu 10% da cobertura vegetal nativa.

Em toda a Amazônia, o desmatamento reduziu em quase 20% a área de floresta nativa. Os dados do trabalho se baseiam em três inventários da fauna de aves da propriedade, feitos em 1986, 1994 e 2017.

“Vimos que dezenas de espécies de fora da floresta preencheram quase de imediato as clareiras abertas pelo homem”, diz o ornitólogo Cameron Rutt, da Universidade Estadual da Louisiana, nos Estados Unidos, principal autor do estudo. “Grande parte das aves que se instalaram na propriedade vive originalmente em zonas ocupadas por seres humanos, como em Manaus, ou em quintais e jardins mantidos por donos de áreas rurais.” Em geral, são espécies que se adaptam a diferentes ambientes e cardápios distintos, denominadas pelos biólogos como generalistas. Os pesquisadores suspeitam que duas estradas que saem da capital amazonense e passam pela propriedade também podem ter facilitado a chegada das aves vindas de fora: a federal BR-174, mais conhecida como Manaus-Boa Vista, que foi inaugurada nos anos 1970, e a estadual AM-010/ZF-7, um pouco mais antiga, aberta em meados da década de 1960.

Nenhuma das espécies que se instalaram na área gerida pelo Inpa e SI era típica de áreas de floresta nativa, densa e fechada. Quase dois terços delas se fixaram, sobretudo a partir da década de 1980, em florestas secundárias do PDBFF, onde a vegetação voltou a crescer após essas áreas terem sido abandonadas por projetos agropecuários. Encontrado em matas, áreas abertas de cultivo ou pasto de todo o país, especialmente na região Sul, o pequeno chupim ou vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) é uma dessas aves que encontraram uma nova morada



Gavião-carijó (*Buteo agnistrostris*) 5

Cinco espécies que passaram a viver em trechos desmatados do Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais

Desmatamento de 10% de propriedade experimental alterou a composição da avifauna local

em matas em processo de regeneração do PDBFF. O segundo tipo de hábitat da propriedade ao norte de Manaus que mais atraiu espécies forasteiras foram os campos abertos, com predomínio de gramíneas. Seis espécies invasoras se instalaram nesse tipo de paisagem, entre as quais o carrapateiro (*Milvago chimachima*), um gavião encontrado entre a América Central e o norte do Uruguai e da Argentina.

Em paralelo à chegada de espécies de fora, alguns tipos de aves que historicamente eram encontradas na propriedade foram rareando e algumas, com o avanço do desmatamento, não são mais vistas nas áreas do projeto. Isso ocorreu, por exemplo, com a borralhara-do-norte (*Frederickena viridis*), pássaro de 20 centímetros de comprimento e 70 gramas de peso que vive em florestas tropicais e subtropicais úmidas do Norte do Brasil, das Guianas, Suriname e Venezuela. Em termos quantitativos, as perdas de espécies de aves foram menores do que os ganhos. Mas essa notícia aparentemente positiva esconde uma questão preocupante. “O aumento no número de espécies na propriedade não reflete a degradação da paisagem”, diz Rutt. “As aves que entraram na área ocorrem em outros lugares e não são prioritárias pa-

ra fins de conservação enquanto as que dependem da manutenção da floresta tropical intocada para viver tornaram-se menos abundantes com o avanço do desmatamento.”

O biólogo brasileiro Alexandre Aleixo, da Universidade de Helsinque, na Finlândia, concorda com essa análise. De acordo com o pesquisador, ex-curador da coleção ornitológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, a maioria das 35 espécies de aves de fora que se estabeleceram na propriedade ao norte de Manaus não poliniza nem se alimenta de frutos de árvores com grande biomassa, típicas da floresta amazônica, que apresentam boa capacidade para retirar da atmosfera dióxido de carbono, principal gás responsável pelo aumento do efeito estufa. “Portanto, essas aves generalistas não são provedoras de serviços ambientais importantes como as espécies nativas, que não estão se expandindo por causa do desmatamento”, explica Aleixo, que não participou do trabalho no PDBFF.

Segundo o biogeógrafo brasileiro José Maria Cardoso da Silva, da Universidade de Miami, nos Estados Unidos, a transformação da biota na área do projeto do Inpa e do SI reflete a forma como as estradas são normalmente construí-

das no país. “Se durante a construção de uma estrada a floresta for mantida com a vegetação dominante na região e as atividades de caça forem controladas, o impacto da rodovia sobre as espécies da fauna e da flora locais deverá ser pequeno”, diz Silva, que nasceu em Belém, deu aulas em universidades públicas da região Norte e, mesmo radicado no exterior, continua fazendo pesquisas na Amazônia. “Se essas preocupações não são levadas em conta, haverá uma perda drástica de biodiversidade.”

Apesar do impacto que a redução das áreas de floresta fechada causou para as espécies endêmicas de aves que viviam no PDBFF, o estudo feito por Rutt e seus coautores, como o ornitólogo Mario Cohn-Haft, do Inpa, também aponta caminhos que essa área da Amazônia poderia trilhar para assegurar a manutenção de sua riqueza biológica. Segundo Rutt, se a floresta puder, de alguma forma, se recuperar dos distúrbios atuais, a transformação radical da avifauna local poderá ser revertida, pelo menos em parte. “Se isso vier a ocorrer, as aves invasoras generalistas que hoje encontramos nas proximidades de áreas ocupadas pelos seres humanos vão desaparecer da propriedade porque não conseguirão sobreviver nas florestas densas e fechadas”, comenta Rutt. “Ao longo de décadas, à medida que a regeneração e sucessão florestal ocorram, é esperado que boa parte da comunidade de aves que sempre viveu no local recolonize aquele hábitat que havia sido perdido.” No entanto, mesmo décadas após a recuperação das matas atualmente afetadas, é possível que uma ou outra espécie de ave nativa não volte mais a se fixar dentro dos limites da propriedade. ■ Eduardo Geraque



Área desmatada dentro do projeto experimental do Inpa e do Smithsonian Institution

Artigo científico

RUTT, C. L. et al. Avian ecological succession in the Amazon: A long-term case study following experimental deforestation. *Ecology and Evolution*. 27 nov. 2019.

HISTÓRIAS PARA VOAR

Aves vivas e extintas foram alvo de várias reportagens ao longo dos 20 anos de *Pesquisa FAPESP*



Três reportagens sobre ornitologia



O Brasil disputa com a Colômbia a primazia de ser o país que abriga o maior número de espécies conhecidas de aves. Ambos contabilizam cerca de 1.900 espécies, tendo os registros brasileiros, segundo algumas fontes, já ultrapassado os do seu vizinho sul-americano. Parte dessa riqueza biológica apareceu nos textos de *Pesquisa FAPESP* ao longo de seus 20 anos de vida. Em reportagem de capa da edição n° 207 foram apresentadas 15 novas espécies de aves da Amazônia nacional. A descrição científica desses até então desconhecidos integrantes da fauna amazônica ocorreu numa série de artigos publicados simultaneamente em um volume especial do *Handbook of the birds of the world*, fonte de consulta para ornitólogos profissionais e amadores.

Em termos quantitativos, a publicação das novas espécies foi a maior descoberta da ornitologia nacional desde o final do século XIX. Pesquisadores do Museu de Zoologia da Universidade de

São Paulo (MZ-USP), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), de Manaus, do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), de Belém, e do Museu de Ciência Natural da Universidade Estadual da Louisiana, dos Estados Unidos, foram os autores dos estudos.

Pesquisas sobre a genética das aves se tornaram alvo de várias reportagens. Em setembro de 2009, estudo feito por pesquisadores da USP indicava que os primeiros representantes de um grupo de gaviões, da subfamília dos buteoninos, devem ter surgido na América do Sul há 17 milhões de anos, de um mesmo ancestral do qual deve ter se originado também um grupo de aves que inclui a águia americana, um dos símbolos dos Estados Unidos (edição n° 163). Em outubro de 2015, um trabalho feito por um grupo de biólogos e ornitólogos do Brasil, Argentina e Estados Unidos destacava as singularidades moleculares de 11 espécies de caboclinhos, pequenas aves de áreas abertas da América do Sul que pertencem ao gênero *Sporophila* (edição

Pesquisa FAPESP n° 236). O estudo mostrou que segmentos do genoma de uma espécie se encontram misturados aos de outras, formando um mosaico molecular.

A história evolutiva também rendeu reportagens sobre trabalhos científicos que exploravam conexões inusitadas (ao menos, para o leitor leigo) entre aves, geologia e meio ambiente. Reportagem de outubro de 2007 trazia, por exemplo, um estudo que explicava a diversidade de papagaios na América do Sul em função do soerguimento da cadeia dos Andes (edição n° 140).

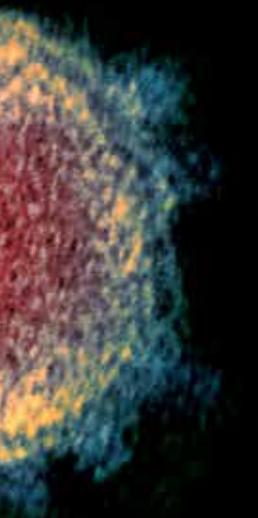
As pesquisas sobre conservação de espécies ameaçadas de extinção representam outro filão que foi alvo de textos da revista. Diferentes momentos da saga do mutum-de-alagoas (*Pauxi mitu*), ave símbolo do estado nordestino que foi considerada extinta na natureza há 40 anos, foi contada em duas reportagens (edições n°s 251 e 286). Um programa de reprodução em cativeiro permitiu que a espécie fosse reintroduzida no ano passado em seu hábitat, a Mata Atlântica de Alagoas.

Formas extintas de aves também foram alvo de reportagens. Uma das histórias mais interessantes é a das chamadas aves do terror, gigantes carnívoros que não conseguiam voar e formavam a família dos Phorusrhacidae. Esse grupo surgiu na América do Sul depois da extinção dos dinossauros, há cerca de 65 milhões de anos, e desapareceu por volta de 15 mil anos atrás (edições n°s 93, 180 e 256). ■

Marcos Pivetta

NOVO CORONAVÍRUS NO BRASIL

As esferas são a nova variedade de coronavírus (Sars-CoV-2), isolada de uma pessoa infectada nos Estados Unidos e vista por microscopia eletrônica de transmissão



A variedade que emergiu na China chegou ao país, onde já circulavam outras quatro, menos perigosas

Carlos Fioravanti

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/03/2020

O surto do novo coronavírus, que começou em dezembro na China, deu um salto no final de fevereiro. No dia 26, o Ministério da Saúde confirmou o primeiro caso de infecção no país (e na América do Sul) do vírus chamado Sars-CoV-2, em um homem de 61 anos que tinha viajado para a Itália. Nessa data, o país europeu era visto como um foco da doença, com 322 pessoas infectadas e 12 mortes. Também no dia 26, Argélia, Áustria, Croácia e Suíça registraram seus primeiros casos em pessoas que tinham estado na Itália; no dia anterior, a Organização Mundial da Saúde havia notificado a chegada do vírus no Afeganistão, Barein, Iraque e Oman.

A variedade causadora da doença que ganhou o nome oficial de Covid-19 havia infectado 81 mil pessoas e causado 2.761 mortes em 37 países no final de fevereiro. Nos Estados Unidos, então com 53 casos confirmados, os Centros de Prevenção e Controle de Doenças (CDC) alertavam a população para a iminência de um surto, com um número maior de casos e impactos no dia a dia. Como outros vírus com afinidade para as vias respiratórias, a variedade que surgiu na Ásia pode ser transmitida, entre pessoas, por meio de gotículas de saliva liberadas ao falar, espirrar ou tossir.

“Essa será mais uma gripe que a humanidade terá de atravessar”, disse o ministro da Saúde, Luiz Henrique Mandetta, em uma entrevista coletiva em Brasília, no dia 26, ao comentar o primeiro caso brasileiro. Um homem sexagenário infectou-se entre 9 e 21 de fevereiro, quando esteve a trabalho na região da Lombardia, norte da Itália

De volta à cidade de São Paulo, onde mora, teve sinais de gripe forte e no dia 24 procurou o Hospital Israelita Albert Einstein, instituição privada que identificou o vírus, depois confirmado pelo Instituto Adolfo Lutz. O homem voltou para casa, já que os sintomas não justificavam a internação. Ele está sendo acompanhado, e as pessoas com quem teve contato no voo de volta ao Brasil e em São Paulo estão sendo rastreadas e acompanhadas por equipes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e das secretarias estadual e municipal do estado.

No final desse mês, havia também 20 casos suspeitos em acompanhamento em sete estados (Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina). Desse total, 12 eram de pessoas que tinham viajado para a Itália. Nesse país, o surto começou com um funcionário da Unilever que procurou um hospital de Codogno, na Lombardia, mas, por não ter visitado a China, não foi tratado como caso suspeito e acabou dispensado. Mais tarde, quando sua esposa se lembrou de um encontro com um italiano que tinha estado no país asiático, o homem já havia infectado a mulher, médicos e pacientes do hospital. O governo italiano fechou escolas, cercou cidades e proibiu aglomerações em igrejas e bares. O Irã também decretou o fechamento temporário de escolas e lugares de atividades culturais depois de o número de casos confirmados ter saltado de 95 para 139 e as mortes de 15 para 19 em poucos dias.

Das sete variedades conhecidas de coronavírus que saíram de animais e infectaram pessoas, quatro já tinham sido detectadas no Brasil antes

da confirmação do primeiro paciente no território nacional com o novo Sars-Cov-2, que emergiu em dezembro na China. As outras duas variedades mais perigosas ainda não foram encontradas no país: a da síndrome respiratória aguda grave (Sars), que levou à morte cerca de 800 pessoas em 2002 e 2003; e a da síndrome respiratória do Oriente Médio (Mers), que provocou 858 mortes desde 2014.

Os quatro subtipos já adaptados a seres humanos, identificados a partir do final do século passado e encontrados no país são: HCoV-OC43, provavelmente vindo de bovinos, mas originário de roedores; HCoV-NL63, proveniente de morcegos, como os da Sars e da Covid-19; HCoV-229E, vindo de camelos, mas originário de morcegos; e HCoV-HKU1, vindo de roedores.

“Eles saltaram de animais silvestres para os seres humanos em episódios isolados e raros, chegaram ao Brasil por meio da transmissão entre pessoas e estão por aqui o tempo todo, mas em geral não causam problemas graves”, diz o virologista Paulo Eduardo Brandão, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da USP. As doenças respiratórias que provocam em adultos saudáveis desaparecem em alguns dias, mas em crianças e em indivíduos idosos ou com problemas cardíacos ou respiratórios os danos podem ser mais graves.

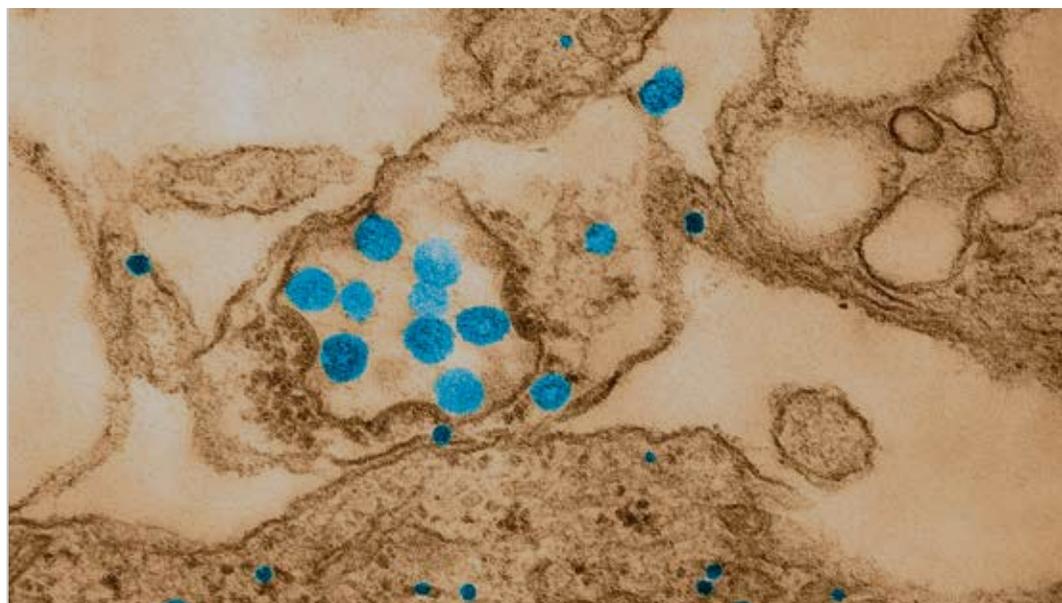
“Atualmente não há perigo de os coronavírus de gado, aves, cães e gatos infectarem as pessoas porque os vírus não têm receptores celulares que permitam aderir às células humanas”, afirma Brandão. O HCoV-OC43, que teria vindo de bovinos, foi uma exceção ainda sem explicação. “Os únicos capazes de interagir com o organis-

mo humano são os de animais silvestres, como morcegos.” Isso acontece porque os coronavírus de morcego aderem à enzima conversora de angiotensina (ACE), por meio da qual se ligam às membranas de células do nariz, garganta e pulmões. O maior risco de transmissão decorre da manipulação de animais mortos e o contato com sangue e fluidos do pulmão ou intestino, que podem estar contaminados.

As variedades HCoV-OC43 e NL63 foram identificadas respectivamente em 3,1% e 1,5% de um grupo de 150 crianças com idade entre 3 meses e 10 anos internadas com pneumonia causada por esses e outros vírus entre novembro de 2014 e abril de 2016 em dois hospitais públicos pediátricos, o Dr. Odorico de Amaral Matos e o Dr. Juvêncio Mattos, ambos de São Luís, no Maranhão. O estudo foi realizado por pesquisadores da Universidade Ceuma, instituição privada da capital maranhense, com médicos dos dois hospitais e publicado em outubro de 2019 na *Journal of Medical Virology*. Nesse trabalho, os tipos de vírus mais frequentes em crianças foram o rinovírus humano (em 68%), o vírus sincicial respiratório (14%) e o adenovírus (14%).

Uma equipe da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por sua vez, identificou os quatro subtipos de coronavírus humanos em 7,6% de 444 crianças e adultos internados no Hospital das Clínicas da UFPR com infecção respiratória grave em 2012 e 2013. De acordo com um estudo de maio de 2016 na revista *Pathogen and Global Health*, três pacientes desse grupo com coronavírus morreram de infecção respiratória.

“O coronavírus, sozinho ou associado com outra espécie de vírus, o rinovírus C, é um indício da gravidade da infecção e da necessidade de internação na unidade de terapia intensiva”, ob-



Os círculos em azul evidenciam os HCoV-229E, um dos quatro tipos de coronavírus detectados em pessoas no Brasil, vistos por microscopia eletrônica de transmissão



As galinhas abrigam dezenas de variedades de coronavírus. Um deles, o causador da bronquite infecciosa aviária, é altamente contagioso (*acima*)

serva o virologista Eurico Arruda, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP). Em colaboração com a pediatra Alessandra Matsuno, Arruda encontrou algum dos quatro subtipos de coronavírus humanos em 11% de um grupo de 236 crianças com 3,5 meses e problemas respiratórios internadas no Hospital das Clínicas da universidade em 2008 e 2009. Os resultados desse trabalho foram publicados em junho de 2019 na *PLOS ONE*.

Esse tipo de vírus se propaga mais facilmente em áreas densamente povoadas como a China, que concentra a maioria das pessoas infectadas no surto atual, e especialmente no inverno. Lugares com excesso de gente e saneamento inadequado contribuem para a transmissão, concluíram pesquisadores da USP e do Hospital Israelita Albert Einstein, que, em 2005 e 2006, examinaram a prevalência de vírus respiratórios em 282 crianças com até 5 anos que moravam em Paraisópolis, um bairro paulistano com 42 mil habitantes. As crianças tinham pelo menos dois sintomas de infecção respiratória (tosse, coriza, dificuldade para respirar, chiado no peito e febre). Como relatado em novembro de 2019 na *Journal of Medical Virology*, os pesquisadores encontraram coronavírus em 34 (13,5%) das 252 crianças com algum tipo de virose.

Outra forma de transmissão é respirar o ar de cavernas habitadas por morcegos infectados. Por essa razão, o virologista Peter Daszak, presidente da Aliança EcoHealth, organização não governamental dos Estados Unidos especializada em doenças emergentes, cobre-se com máscaras, luvas e roupas especiais ao entrar com sua equipe em cavernas do interior da China para identificar os refúgios de vírus que poderiam chegar às pessoas.

Em outubro de 2015, Daszak e sua equipe coletaram amostras de sangue de 218 moradores de povoados do sudoeste da China a uma distância de 1,1 a 6 km de duas cavernas habitadas por morcegos. Como publicado em fevereiro de 2018 na revista *Virologica Sinica*, a maioria dos moradores (97%) tinha tido contato com animais silvestres e 3% deles apresentaram anticorpos contra o coronavírus, embora não tivessem sintomas de infecção respiratória. “As pessoas dessas comunidades rurais estavam expostas todos os dias, porque costumavam trabalhar fora, e muitas delas caçavam animais para comer, incluindo morcegos”, contou Daszak a *Pesquisa FAPESP*.

Segundo ele, surtos de doenças emergentes estão ocorrendo com mais frequência em razão do contato cada vez maior com animais silvestres por causa de desmatamento, construção de estradas, agricultura intensiva e comércio ilegal. Como o mundo está mais conectado por meio das viagens aéreas, qualquer novo vírus de regiões remotas tem um risco muito maior de se espalhar. ■

Projetos

1. Picornavírus e coronavírus emergentes: Associação com patogênese respiratória em seres humanos e detecção em roedores silvestres (nº11/19897-5); **Modalidade** Bolsas no Brasil – Pós-doutorado; **Pesquisador responsável** Eurico de Arruda Neto (USP); **Bolsista** Luciano Kleber de Souza Luna; **Investimento** R\$ 247.945,49.

2. Evolução experimental em quase-espécies com coronavírus aviário (nº18/12417-7); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Paulo Eduardo Brandão (USP); **Investimento** R\$ 149.618,87.

Artigo científico

MATSUNO, A. K. *et al.* Human coronavirus alone or in co-infection with rhinovirus C is a risk factor for severe respiratory disease and admission to the pediatric intensive care unit: A one-year study in Southeast Brazil. *PLOS ONE*. v.14, n. 6, e0217744. 3 jun. 2019.

Os demais artigos mencionados estão listados na versão on-line.

TECNOLOGIA INDÚSTRIA 4.0

MINERAÇÃO DIGITAL

Caminhões autônomos
na jazida Brucutu,
em Minas Gerais: veículos
gastam menos combustível
e têm maior vida útil

Uso de tecnologias proporciona mais produtividade e segurança a uma atividade insalubre e de alto risco

Domingos Zaparolli

DANIEL MANSUR / VALE

Quem visita a mina de Brucutu, uma jazida de minério de ferro explorada a céu aberto pela mineradora Vale em São Gonçalo do Rio Abaixo, na região central de Minas Gerais, notará o vaivém de gigantescos caminhões amarelos. Capazes de levar 240 toneladas de carga em cada viagem, eles transportam o minério retirado da lavra até a área de descarga, onde o material será processado. Os 13 veículos da marca Caterpillar que compõem a frota trafegam sem operadores na cabine. Eles são monitorados de salas de comando, por meio de sistemas de computadores, GPS, radares e inteligência artificial (IA).

Fruto de seis anos de pesquisa e testes, a iniciativa, implementada progressivamente a partir do segundo semestre de 2018, tornou Brucutu a primeira mina a operar veículos autônomos no Brasil, proporcionando mais segurança à operação. Dotados de sensores que detectam objetos e pessoas em seu trajeto, os caminhões param de se mover quando encontram obstáculos, até que o caminho esteja liberado, evitando colisões e atropelamentos. Como não há motoristas nas

cabines, reduz-se o número de trabalhadores expostos em áreas de risco, como nos locais onde são realizadas as operações em que há movimento de toneladas de rochas. A inovação gera economia. “Estimamos que o consumo de combustível e os custos de manutenção foram reduzidos em 10% e a vida útil do equipamento aumentou em 15%”, conta Hélio Mosquim, gerente de Inovação em Tecnologia da Informação da companhia.

Os caminhões autônomos da Vale, segundo especialistas do setor, são um dos exemplos de como as tecnologias digitais podem elevar a segurança e a produtividade da mineração – uma indústria que envolve detonações, risco de desabamentos, vibrações, ruídos em níveis elevados, movimentação de cargas pesadas e uso de materiais tóxicos. Empresas do setor também recorrem a sistemas de detonação remota de rochas, controle on-line da movimentação de equipamentos e trabalhadores, drones que fazem levantamento geofísico do solo, sensores integrados a software de *video analytics* para monitoramento de barragens e plataformas de IA que analisam em tempo real o teor de minério.

Mineração do futuro não terá funcionários em áreas de risco, diz Giorgio de Tomi, da USP



Sala de controle de caminhões (acima) e Centro de Inteligência Artificial (à dir.), ambos da Vale: melhor aproveitamento das reservas minerais

“A mineração é uma atividade insalubre, mas precisamos dos minérios, que são a base de grande parte do que consumimos. A solução para boa parcela dos problemas é automatizar tudo o que for possível”, diz o engenheiro de minas Giorgio de Tomi, diretor do Núcleo de Pesquisa para a Mineração Responsável da Universidade de São Paulo (NAP.Mineração-USP). A mineração do futuro, avalia Giorgio de Tomi, será totalmente autônoma, sem a presença de funcionários em áreas de risco, e fará uso intensivo de inteligência artificial e aprendizado de máquina na análise de dados. A meta é gerar produtividade e determinar a forma mais sustentável e econômica de aproveitamento de reservas minerais cada vez mais escassas e localizadas em regiões remotas e profundas.

Uma das maiores empreitadas tecnológicas da mineração global é liderada pela companhia sueca Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag (LKAB) – a Suécia se destaca pelo desenvolvimento de soluções de ponta para o setor mineral. A mineradora planeja chegar até 2030 às reservas de minério de ferro situadas a quase 2 quilômetros (km) de profundidade das minas de Kiruna e Malmberget. Após mais de 100 anos de exploração, os corpos minerais mais proeminentes dessas duas reservas já estão em fase de esgotamento.

Para possibilitar a extração em minas tão profundas, um consórcio multinacional de empresas formado por ABB, Epiroc, Combitech e Volvo Group desenvolve tecnologias capazes de perfurar, extrair e transportar o minério de forma



autônoma e eletrificada, para não haver emissão de dióxido de carbono (CO₂), em uma profundidade na qual não há conectividade, pois existe forte interferência na transmissão de sinais de telecomunicações, afetada por explosões e abalos.

No Brasil, a Vale, maior mineradora do país e uma das líderes globais do setor, fechou no fim de 2019 um acordo de R\$ 21 milhões com a operadora Vivo para implementar uma rede privada Long Term Evolution (LTE/4G), para transmissão de dados em áreas remotas em todas as suas unidades em território nacional. A mina de Carajás, no Pará, deverá estar conectada ainda neste primeiro semestre. Segundo Mosquim, da Vale, o sistema dará suporte à implementação de perfuratrizes e veículos autônomos. A ideia é ter 37 caminhões autônomos em Carajás até 2024.

iniciado em 2016, o processo de transformação digital da Vale ganhou força há dois anos, quando a companhia iniciou um programa com previsão de investimentos de US\$ 467 milhões até 2023 para avançar rumo à indústria 4.0. Um Centro de Operações Integradas foi constituído em Nova Lima (MG) com o objetivo de integrar a cadeia produtiva e as diferentes áreas de negócios por meio de tecnologias digitais.

Como explica Mosquim, cada unidade trabalhava de forma independente. Hoje, algoritmos analisam a demanda para determinar o ritmo de produção e o embarque em navios de um mix de minério com o teor de ferro adequado para o processo produtivo de cada cliente siderúrgico, valorizando o produto. Estima-se que a iniciativa gere ganhos anuais de mais de US\$ 600 milhões.

No início de 2019, a Vale inaugurou um Centro de Inteligência Artificial em Vitória (ES) para desenvolver soluções para suas áreas de negócios. Um dos projetos pioneiros é a otimização do processo de produção de pelotas, os pequenos



aglomerados de minério de ferro usados nas siderúrgicas. A análise de dados por meio de técnicas de IA permitiu um balanceamento mais eficiente entre o carvão e o gás natural utilizados no processo de pelletização, reduzindo em 7% os gastos com esses insumos.

MONITORAMENTO DE BARRAGENS

O rompimento da barragem de Brumadinho (MG) em 25 de janeiro de 2019, tragédia que deixou 249 mortos e um rastro de destruição ambiental, obrigou a Vale a rever seu processo de monitoramento de barragens. A empresa criou um Centro de Monitoramento Geotécnico em Minas para acompanhar em tempo real a situação de 111 estruturas de risco no país. A tecnologia empregada utiliza sensores integrados a softwares de *video analytics*, em que algoritmos analisam dados, projetam eventuais problemas e disparam alertas preventivos para equipes técnicas de acompanhamento que trabalham de forma ininterrupta.

Para armazenar o rejeito de minério, a Vale investe em processamento a seco, uma tecnologia que dispensa o uso de barragens. Até 2023 um total de 70% da produção será beneficiada por métodos a seco. A companhia será a primeira mineradora a usar em escala industrial a tecnologia desenvolvida pela NewSteel, empresa adquirida recentemente. Outro método a ser empregado é o empilhamento de rejeitos.

As tragédias ocorridas em Brumadinho e Fundão, a barragem da Samarco em Mariana (MG), rompida em 2015 com o custo de 19 vidas e a contaminação do rio Doce, deixaram patente a necessidade de um acompanhamento sistemático do volume e das características da lama de rejeitos ainda contida nessas duas barragens e do material que vazou para a calha dos rios atingidos. O monitoramento feito em Brumadinho, Mariana e nos mananciais atingidos pelos desastres tem como objetivo evitar novos danos e fornecer informações para o plano de recuperação ambiental. O trabalho é feito por prestadores de

serviços que utilizam dados dos drones da startup paulista XMobots (ver Pesquisa FAPESP nº 211).

Com o apoio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, a XMobots desenvolveu o único drone brasileiro com certificação da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) para voar acima de 120 metros e fora do alcance visual, realizando voos de até 30 km. Giovani Amianti, sócio-fundador da XMobots, explica que os drones da empresa operam de forma autônoma, deslocando-se por grandes distâncias com auxílio de GPS e sensores. São diferentes daqueles que precisam ser teleguiados por um operador em terra usando controle remoto, o que limita o seu alcance.

Eles são equipados com o sistema *high accuracy* (HA), que permite uma acurácia (exatidão) da ordem de 3 centímetros (cm), enquanto a margem de erro de sistemas convencionais, com GPS, é de 8 cm. “Outra vantagem sobre o GPS é que a tecnologia HA dispensa o uso de marcadores de solo para a coleta de coordenadas, tarefa difícil de ser realizada em um terreno movediço, como a lama”, destaca Amianti.

A Nexa Resources, mineradora que reúne os negócios de cobre, zinco, chumbo, prata e ouro do grupo Votorantim, também utiliza drones autônomos dotados de sensores eletromagnéticos desenvolvidos em conjunto pela companhia e a startup peruana Deep Sounding. Eles são usados no levantamento geofísico de suas minas a céu aberto no Peru. Rodrigo Alberto Moreira Gomes, gerente de Inovação e Energia da Nexa, informa que os drones são programados para voar a 30 m do solo, acompanhando o relevo, e esquadriñar o terreno para detectar as regiões com maior probabilidade de presença mineral, algo feito antes por helicóptero ou avião. “Os drones são mais econômicos e, por voarem mais próximos ao solo, geram resultados mais precisos.”

VENTILAÇÃO E BAUXITA

Desde 2011 a Nexa vem investindo no desenvolvimento de soluções em mineração digital, com um gasto anual na casa de US\$ 9 milhões, o equivalente a 0,36% de sua receita líquida em 2018. Entre os projetos efetivados pelo setor de pesquisa e desenvolvimento da companhia está um sistema de ventilação sob demanda implementado na mina subterrânea de Vazante (MG), que explora zinco e chumbo. No sistema tradicional, os ventiladores trabalham de forma contínua, enquanto a nova tecnologia programa a ventilação de acordo com a movimentação de pessoas e máquinas dentro da mina, reduzindo o gasto de energia.

“No momento, o ritmo da ventilação é programado, mas já trabalhamos para criar sensores que determinarão a ventilação”, diz Gomes. Outra inovação é um sistema de detonação remota in-

Mina de alumínio da CBA usa sistema automatizado para tratar água de rejeito

3



Um celeiro de novas ideias

Criado há dois anos, o Mining Hub desenvolve soluções para o setor mineral

Em 2018, um grupo de 25 mineradoras e empresas da cadeia produtiva do setor criou, com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), um ecossistema de inovação, o Mining Hub, rede de colaboração virtual que está no terceiro ciclo de desafios para startups com temas ligados à energia renovável, gestão de água e resíduos, excelência operacional, segurança e desenvolvimento social. Rodrigo Gomes, coordenador do hub e gerente de Inovação e Energia da Nexa, diz que existem 20 projetos em teste.

Um deles, desenvolvido pela startup LLK sob demanda da Vale, coleta e processa informações por imagem de todo o espectro eletromagnético. Um sensor determina o teor de minério de ferro que passa por esteiras de transporte, sem análise em laboratório. "O sistema permite uma venda mais adequada", diz Hélio Mosquim, gerente de Inovação em Tecnologia da Informação da Vale. A inovação está em fase de testes.

O apoio de mineradoras também tem estimulado a inovação nas universidades. Uma parceria da Vale com a Federal do Espírito Santo e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo permite que 30 estudantes façam imersão na companhia. Dois projetos de alunos estão em desenvolvimento no Centro de Inteligência Artificial de Vitória, um para a prevenção de falhas em motores de locomotiva e outro para detectar restrições de velocidade na Estrada de Ferro Vitória a Minas. Em São Paulo, uma parceria da Vale com a FAPESP gerou o projeto Mineração do Futuro, realizado pelo Núcleo de Pesquisa para a Mineração Responsável da Universidade de São Paulo (NAP.Mineração-USP). Seu objetivo é desenvolver conceitos de transformação digital como apoio à tomada de decisões na mineração.

Giorgio de Tomi, diretor do NAP. Mineração, relata que o projeto teve desdobramentos, como a criação de um

MBA em data science para engenheiros na Escola Politécnica da USP, que terá este ano sua primeira turma, e de uma startup, a Dual Mining, formada pelos engenheiros de minas Ranyere Sousa Silva e Erbert Barros Bezerra. Eles criaram um sistema com base em inteligência artificial e aprendizado de máquina para análise on-line da produtividade de equipamentos e frota em áreas de mineração.

Outro desdobramento é um projeto apoiado pela FAPESP para a transformação digital e a simulação, voltadas para pequenas empresas. "As grandes mineradoras brasileiras estão em estágio tecnológico idêntico ao das companhias globais. Mas as pequenas e médias estão muito distantes e não vão transformar seus processos sem apoio", afirma Giorgio de Tomi. Segundo o Ibram, a mineração nacional tem 9.400 minas, operadas por 7.638 empresas. Destas, 87% são classificadas como microempresas e 11% têm pequeno ou médio porte.

formatizada, que dispensa a necessidade do profissional que faz o carregamento de explosivos acender pavios e correr para se afastar da região da explosão. O sistema está em teste na mina de Morro Agudo (MG).

As duas inovações serão empregadas em Aripuanã, um projeto mineral subterrâneo em Mato Grosso, onde a Nexa prevê a exploração e beneficiamento anual de 66,7 mil toneladas de zinco, 23 mil de chumbo e 3,7 mil de cobre a partir de 2021. Segundo Marco Henrique Carrete, gerente corporativo de Automação, o processo de produção e o tráfego de máquinas em Aripuanã serão controlados pela tecnologia digital Dispatch System, que emprega dados de localização por telemetria para identificar, acompanhar o uso e posicionar de forma mais adequada os equipamentos que transitam pela mina, reduzindo o consumo de combustível. Um sistema de *tracking*, que acompanha os percursos, será utilizado para evitar atropelamentos e colisões de equipamentos.

Novas soluções tecnológicas também vêm sendo usadas na mineração de bauxita. Em Miraf (MG), a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) recorre a um sistema automatizado que utiliza recursos de inteligência artificial para gerir a

Estação de Tratamento de Água (ETA) de sua planta de beneficiamento. Christian Fonseca de Andrade, gerente da unidade, explica que a ETA tem a finalidade de tratar a água da barragem de rejeitos, mantendo o seu nível em patamares seguros e devolvendo-a para o meio ambiente com qualidade superior à exigida pela legislação. O sistema automatizado, projetado pela Bauminas Ambiental, de Campinas (SP), realiza a medição constante dos parâmetros de vazão, potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez da água que chega e sai da estação e aplica reagentes químicos necessários para o tratamento, substituindo o trabalho de quatro pessoas. "A automação garante a qualidade da água tratada e ainda permite uma redução de 80% no uso de produtos químicos", conta Andrade. ■

Projetos

1. AMAS6: Sistema de imageamento multiespectral para veículos aéreos não tripulados (Vants) (nº 16/01011-4); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisadora responsável** Michelle Matos Horta Tenca (XRobots); **Investimento** R\$ 142.136,15.
2. Simulação dinâmica da cadeia mineral mina-cliente (nº 16/00647-2); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Giorgio Francesco Cesare de Tomi (USP); **Investimento** R\$ 49.980,78.

Os demais projetos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

DIAGNÓSTICO DE UM ECOSSISTEMA

Pesquisador do MIT diz que investimento de longo prazo no país é essencial para criar empresas inovadoras em âmbito global

Yuri Vasconcelos



Zylberberg foi um dos organizadores de livro sobre inovação no Brasil

O Brasil realizou importantes avanços nas últimas décadas para consolidar um ambiente voltado à inovação, mas ainda precisa fazer um grande esforço para se tornar um centro global de desenvolvimento de novas tecnologias. Essa é a avaliação do norte-americano Ezequiel Zylberberg, de 32 anos, pesquisador do Centro de Performance Industrial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e estudioso do ecossistema brasileiro de inovação.

Zylberberg é um dos autores que organizaram o livro *Innovation in Brazil: Advancing development in the 21st century* (Inovação no Brasil: Avançando o desenvolvimento no século XXI, ainda não traduzido para o português), lançado em 2019, fruto de um projeto de pesquisa de cinco anos encomendado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). O pesquisador defende que o investimento de longo prazo em ciência, educação e inovação é condição essencial para o surgimento de empresas de ponta que possam competir no mercado global.

A obra tem como coautores na organização Elizabeth Reynolds e Ross Schneider, ambos do MIT, e traz artigos de pesquisadores estrangeiros e brasileiros. Alguns do que contribuíram para o livro foram os diretores da FAPESP Carlos Henrique de Brito Cruz e Carlos Américo Pacheco, os professores da Universidade de São Paulo (USP) Glauco Arbix e João Fernando Gomes de Oliveira, o presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), Jorge Almeida Guimarães.

Nesta entrevista concedida a *Pesquisa FAPESP* durante uma passagem pelo Brasil, Zylberberg faz uma análise do que está indo bem e mal no ecossistema de inovação do país e discorre sobre projetos brasileiros de padrão global que podem servir de inspiração.

Como você vê o ambiente de inovação brasileiro?

O sistema de inovação do país cresceu muito nos últimos anos. A partir do fim dos anos 1990, surgiram várias iniciativas em nível federal para fomentar a inova-

ção no país, como a criação dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, em 1999, a Lei de Inovação Tecnológica, em 2004, e a chamada Lei do Bem, em 2005. Em pouco tempo, criou-se um sistema robusto. Há também universidades fazendo pesquisa básica de qualidade, publicando artigos e depositando patentes. O problema é traduzir essas novas ideias, publicações e tecnologias em produtos e serviços que impactem a vida das pessoas. Isso é essencial para a inovação.

Essa tradução de boas ideias em produtos não ocorre no Brasil?

Embora o país tenha um bom sistema educacional e de produção científica, por vezes instabilidades políticas e macroeconômicas atrapalham a capacidade de se traduzir ideias e conhecimento em produtos novos. Mas não é correto dizer que não exista capacidade de inovar no Brasil. Há empresas inovadoras e pesquisadores focados em criar produtos para o mercado, embora sejam exceções. O país precisa ter um sistema regulatório que estimule a inovação.

Quais são as principais conclusões do livro *Innovation in Brazil: Advancing development in the 21st century*?

A primeira é que as políticas industriais e de inovação precisam ser mais próximas e devem se apoiar mutuamente. A política industrial brasileira estimulou a criação de nova capacidade produtiva no país, mas ela é antiga e não impulsionou a inovação. Um exemplo é a Lei de Informática, criada em 1991 e voltada ao setor de eletrônicos e bens de informática, ou, mais recentemente, as regras que definiram exigências de conteúdo local nas áreas automobilística e de petróleo e gás. Elas estimularam as empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento [P&D], mas creio que esses incentivos nem sempre são direcionados ao fortalecimento dos fornecedores desses setores. Na atual era de cadeias de valores globais faz mais sentido criar uma política industrial e de inovação que apoie o desenvolvimento de fornecedores brasileiros para competir globalmente.

O país deve promover setores estratégicos?

Esse é um ponto importante, porque o Brasil tem uma história de apoiar tudo. O problema é que, se tudo é importante, nada é importante. É preciso avaliar quais são as oportunidades existentes e emergentes para a indústria brasileira competir globalmente. Existem algumas áreas em que o Brasil ainda não é competitivo, mas tem a base. É preciso identificar esses setores e o governo deve apoiá-los com incentivos e investimentos inteligentes, para que se criem produtos, ideias e modelos de negócios focados não apenas no mercado interno, mas no global. Os demais podem ficar por conta do setor privado.

Focar em áreas específicas é uma estratégia adotada por outros países?

Sim, vários países com estratégias industriais bem-sucedidas focalizaram em certos setores industriais ou em problemas importantes. A China, por exemplo, decidiu há algum tempo que quer ser líder global em inteligência artificial [IA]. O país destinou dinheiro e investiu em pesquisa para criar uma base de conhecimento em IA. Hoje, é a segunda ou terceira potência global nesse segmento. Isso requer uma visão de longo prazo e



O Brasil focou sempre no mercado interno. Isso estimulou a falta de competitividade global do país, o que atrapalha a capacidade de inovar

estabilidade. Em certas ocasiões, o Brasil enfrentou problemas importantes e criou soluções novas – não apenas para si, mas para o mundo. Foi o caso, por exemplo, do etanol e do motor *flex fuel* [que pode utilizar gasolina e álcool].

Qual é o papel das universidades no fomento à inovação?

Burocracia existe em todas as universidades do mundo, mas no Brasil ela é excessiva e muitas vezes atrapalha projetos que as empresas querem financiar no ambiente acadêmico. As universidades deveriam ter regras que ajudassem a acelerar esses investimentos, porque a indústria tem um *timeline* muito curto: ela precisa inovar, criar produtos e lançá-los rapidamente para conseguir competir. Se a universidade leva seis meses para avaliar um projeto de financiamento, a empresa acaba perdendo uma janela de oportunidade.

O livro também chama a atenção para a importância das inovações institucionais.

Nos últimos anos, o Brasil criou vários modelos de instituições interessantes para prover a inovação, como a Embrapii, os Centros de Pesquisa de Engenharia

da FAPESP e os Institutos Senai de Inovação. Eles são importantes porque ajudam a fomentar o processo da tradução de boas ideias em produtos e serviços. Ao sair da universidade, uma tecnologia não está necessariamente próxima do mercado. Muitas vezes precisa amadurecer. E uma empresa não vai investir em uma tecnologia que está a três, quatro ou cinco anos de chegar ao mercado. É preciso que instituições intermediárias façam essa adaptação e, ao mesmo tempo, reúnam os diferentes atores envolvidos nesse processo.

Por que o empresário brasileiro parece avesso à inovação?

O setor privado brasileiro investe pouco em P&D, algo como 0,5% do PIB [Produto Interno Bruto], diante, por exemplo, de 2% nos Estados Unidos, 2,9% na Coreia do Sul, 4,5% em Israel. O primeiro motivo é básico: não há necessidade de investir. Se há um mercado protegido e isolado, em que o consumidor não dispõe de muitas alternativas, não é preciso inovar para competir. Mercados fechados são bons para empresas pequenas ou que estão no início. Foi isso que fizeram a Coreia do Sul e Taiwan. Eles começaram com a ideia de substituir as importações, mas com o tempo passaram a fomentar as exportações e fizeram com que os subsídios e a ajuda a essas empresas passassem a depender de sua capacidade de exportar – e não apenas de produzir e abastecer o mercado local. O Brasil nunca fez isso. Ficou sempre focado no mercado interno. Isso estimulou a falta de competitividade global, o que atrapalha a capacidade de inovar.

O setor privado tem aversão ao risco?

A incerteza é inerente à inovação. Pode ser a incerteza temporal, pois não se sabe quando essa tecnologia estará madura para se transformar em produto, ou incerteza econômica, já que, às vezes, se desconhece o tamanho do mercado para aquela tecnologia. Ou pode ser incerteza científica: não se sabe se vai dar certo. Sempre existem incertezas em qualquer inovação. Mas no Brasil há também incertezas institucionais, políticas e macroeconômicas. Com a falta de estabilidade política e, até bem pouco tempo, com a existência de juros muito altos, os investidores não se sentiam estimulados a direcionar recursos para projetos de al-

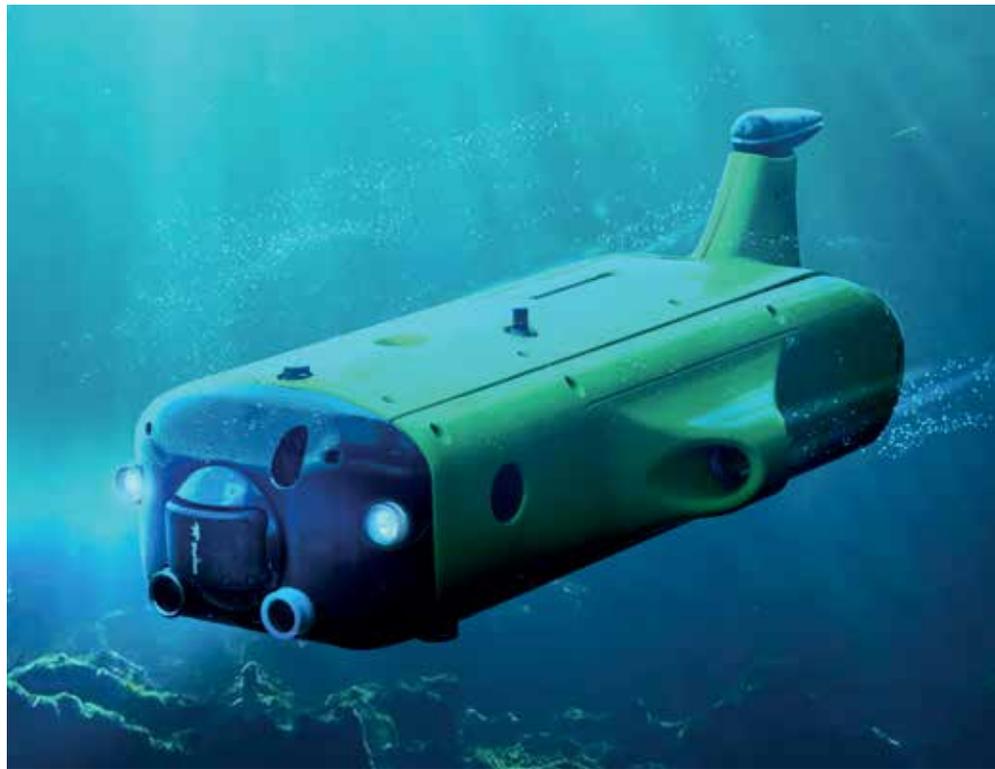
to risco, já que podiam ganhar dinheiro de outra forma. Há também leis e regras que estimulam os investimentos em P&D, mas desencorajam a tomada de risco. Veja o caso da Lei de Informática, cuja exigência é investir em P&D, na própria empresa ou em institutos e universidades, uma porcentagem do lucro obtido no país. Nem sempre se sabe se o projeto em questão vai se enquadrar no escopo da lei – e o empresário pode ser prejudicado por investir em projetos que não são considerados inovadores. Por vezes, as regras existentes desestimulam os investimentos empresariais em processos de inovação tecnológica.

Que projetos de inovação existentes no Brasil podem ser inspiradores?

Apesar de todas as dificuldades, o país tem casos de sucesso. Um deles é o projeto que originou o Flatfish, um robô subaquático autônomo para visualizar e monitorar instalações de plataformas de petróleo em alto-mar [ver Pesquisa FAPESP nºs 244 e 273]. Foi uma iniciativa liderada pelo Senai Cimatec, em Salvador, com a participação do DFKI [German Research Center for Artificial Intelligence], da Embrapii, da empresa BG Brasil, subsidiária da Shell, entre outros. Foi algo novo para o Brasil e o mundo. Outro exemplo é o Porto Digital, em Recife [PE]. Ele foi criado a partir de um problema: a cidade estava perdendo seus graduados em computação e engenharia para São Paulo por não oferecer oportunidades de trabalho. Silvio Meira, Cláudio Marinho e outros pesquisadores pernambucanos tiveram a ideia de fomentar o desenvolvimento de uma indústria de software no Recife. Conhecendo a história do Nordeste ninguém pensaria em criar um polo como esse por lá. Mas ele foi criado e tornou-se uma fonte de startups e tecnologia. Multinacionais, como Fiat e Accenture, montaram centros de P&D na cidade. Tudo por causa da capacidade que tiveram de implementar um ecossistema de inovação forte, com instituições como o Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife [Cesar], a UFPE [Universidade Federal de Pernambuco], entre outras.

Há outros exemplos?

Vale a pena citar um projeto de inovação, chamado de aeronave silenciosa, envolvendo a Embraer e a FAPESP. Ele surgiu



Robô submarino autônomo Flatfish, para inspeção visual de dutos de petróleo: caso de sucesso

da necessidade de se reduzir a emissão de barulho dos aviões na decolagem e no pouso. Em função dessa necessidade e facilitado por um programa de longo prazo, que envolveu diversas universidades paulistas, entre elas USP, UFSCar [Universidade Federal de São Carlos] e ITA [Instituto Tecnológico de Aeronáutica], a Embraer – e agora também a Boeing – conta com pesquisadores especializados em aeroacústica, capacidade tecnológica e ferramentas. O Brasil tornou-se um país respeitado nessa área graças aos investimentos feitos por Embraer e FAPESP.

Como você avalia o papel da FAPESP no ecossistema de inovação brasileiro?

A Fundação criou nos últimos anos programas bem-sucedidos de fomento à inovação, como o Pipe [Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas], o Pite [Pesquisa em Parceira para Inovação Tecnológica], os Cepid [Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão] e os Centros de Pesquisa em Engenharia. Eles ajudaram a criar empresas inovadoras e estimularam companhias estrangeiras a fazer ou elevar seus gastos em P&D no país. Foi o caso da IBM na área de inteligência artificial. Sem a parceria da FAPESP, não sei se a empresa teria feito esse investimento

no Brasil. Em um país sem as condições ideais para atrair investimentos em P&D do exterior, o papel de uma instituição como a FAPESP é fundamental.

Ao visitar o Brasil no ano passado, você declarou que a falta de investimentos em inovação pode ser catastrófica para o país. Por quê?

Quando se fala de inovação, a narrativa é dominada pelo que ocorre no Vale do Silício, na Califórnia, onde tecnologias disruptivas surgem a todo momento e de forma rápida. Mas o que não se diz é que esses processos inovadores ocorreram por causa de investimentos de longo prazo em educação, ciência e desenvolvimento tecnológico. Só assim é possível criar empresas de ponta. Tecnologias disruptivas não surgem do dia para noite; levam anos para serem criadas. Os anunciados cortes em programas públicos de apoio à pesquisa, nos investimentos em desenvolvimento tecnológico e em bolsas de pós-graduação no Brasil são muito graves. Eles podem comprometer o futuro do país. O papel de financiar a ciência, a educação e, às vezes, o desenvolvimento tecnológico é do Estado. E essa deve ser uma estratégia de longo prazo. ■

UM ELÉTRICO NAS DUNAS

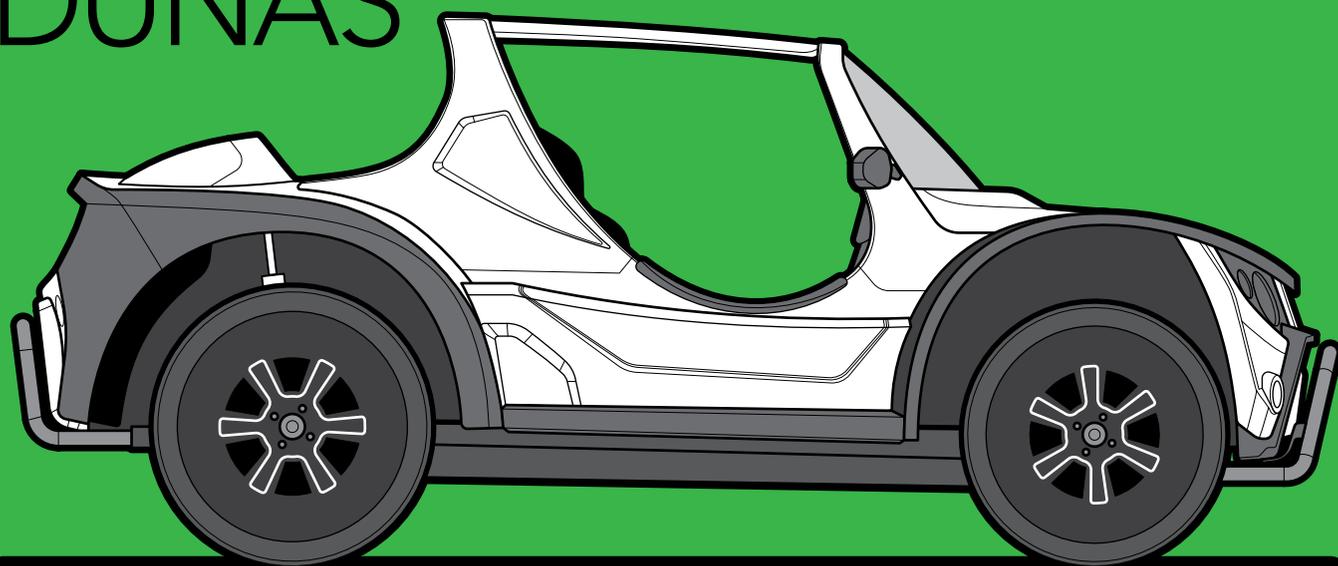


Ilustração baseada em desenho técnico do Buggy Power

Startup paranaense desenvolve buggy movido a eletricidade destinado ao turismo de praia

Yuri Vasconcelos

A paixão por carros, o conhecimento adquirido em anos de atuação no setor elétrico e a preocupação com o impacto da poluição sobre a saúde e o ambiente motivaram o engenheiro eletricitista paranaense Milton Francisco dos Santos Junior, de 41 anos, a encarar o desafio de projetar e produzir um veículo nacional 100% elétrico. Em janeiro, depois de mais de dois anos de pesquisas e testes com protótipos, ele anunciou o início da

fabricação do primeiro lote do Buggy Power, um esportivo movido a eletricidade destinado ao setor de turismo, principalmente a hotéis e resorts de praia.

“Tive a ajuda de cerca de 50 profissionais, entre eles vários amigos, para tornar realidade esse projeto, bancado com recursos próprios”, conta o empreendedor, sem revelar o valor gasto. Estudos feitos por sua equipe estimam que há no país uma demanda anual de cerca de mil buggies. O mercado é dominado hoje por

modelos à combustão de fabricação artesanal. O Buggy Power será produzido em três versões (econômica, padrão e luxo) e deverá custar a partir de R\$ 99 mil – um buggy convencional pode ser comprado por cerca de R\$ 45 mil, enquanto o modelo chinês JAC iEV20, um dos carros elétricos mais baratos vendidos no Brasil, sai a partir de R\$ 125 mil.

O desenvolvimento do veículo, segundo o engenheiro mecânico Manolo Gi-piela, um dos diretores da eiON, startup

criada por Santos, seguiu o padrão adotado em processos de inovação na indústria automobilística. “Começamos a trabalhar em 2017 e em outubro do ano seguinte, o primeiro modelo, chamado protótipo alfa, ficou pronto”, conta Gi-piela. No fim de 2019 foi finalizado um segundo protótipo, beta, que recebeu melhorias. “Agora, partimos para a fabricação do lote pioneiro, composto por seis unidades.” Conhecido como cabeça de série, ele é destinado à estruturação da cadeia produtiva e aos últimos ajustes. Os carros devem ficar prontos no segundo semestre. A eiON planeja iniciar, em seguida, a produção comercial.

Nos últimos anos, o número de automóveis elétricos no mundo não parou de crescer e superou 5 milhões de unidades em 2018, segundo o relatório *Global EV Outlook 2019*, da Agência Internacional de Energia – um aumento de 63% em relação ao ano anterior. A China detém a maior frota, com 45% do total, seguida pela Europa (24%) e pelos Estados Unidos (22%).

No início de 2019, a Volkswagen apresentou no Salão Internacional do Automóvel, em Genebra, o ID.Buggy, um carro-conceito com motorização elétrica. O buggy da marca alemã será construído sob uma plataforma modular, que deverá ser a base de uma nova linha de veículos elétricos.

“Embora o Buggy Power seja um veículo de nicho, é importante ter uma empresa nacional produzindo um carro elétrico no país”, diz o engenheiro eletricitista Ricardo Takahira, vice-coordenador do Comitê Técnico de Veículos Híbridos e Elétricos da Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE-Brasil). “A iniciativa da eiON faz com que o país acumule know-how para desenvolver projetos de veículos elétricos mais complexos.”

O projeto do Buggy Power, segundo Milton Santos, tem elevado índice de nacionalização. Os principais componentes são feitos no Brasil, com exceção das células usadas na montagem das baterias, que vêm da China, e do equipamento BMS (Battery Management System), trazido dos Estados Unidos. O projeto da carroceria, em fibra de vidro, foi idealizado pelos engenheiros e designers da startup, assim como o chassi, peça de suporte sobre a qual o veículo é montado, desenhado para receber o motor elétrico e as baterias. E o *powertrain*, sistema de

O veículo terá um conjunto de tecnologias embarcadas que permitirá seu monitoramento on-line e de forma remota

propulsão formado pelo motor elétrico e inversores de frequência, é fornecido pela multinacional brasileira Weg, empresa de Santa Catarina.

O tempo estimado de recarga das baterias, de acordo com a eiON, é de duas a cinco horas, conforme a fonte de energia (220 ou 110 volts), e a autonomia do carro varia de 150 a 200 quilômetros, dependendo da versão. A velocidade e torque, segundo Santos, são similares a dos buggies convencionais, hoje produzidos por meia dúzia de empresas, como a cearense Fyber e as fluminenses Bugre e Baby.

Uma particularidade do veículo é o conjunto de tecnologias embarcadas que permite seu monitoramento on-line e de forma remota. “Imagine uma frota de 10 buggies levando turistas pelas praias do Ceará ou dunas de Natal. Do escritório, é possível checar no smartphone a localização, a velocidade, o estado das baterias e a temperatura do motor de cada um deles”, explica Santos.

A eiON, nome que remete às palavras elétrico, inteligente e on-line, funcionou até o ano passado em sede própria em

Curitiba. Em janeiro, transferiu-se para a aceleradora de startups do Serviço Nacional da Indústria (Senai), ligada ao Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná (Sistema Fiep), localizada em um complexo conhecido como Campus da Indústria. “Estamos ao lado do Instituto Senai de Inovação em Eletroquímica, que faz pesquisa na área de baterias, e do Centro de Mobilidade Sustentável e Inteligente [inaugurado como Centro de Tecnologia de Veículos Híbridos e Elétricos]”, destaca o engenheiro Hélio Mitsuo Sugai, diretor administrativo e financeiro da empresa.

Fruto de um investimento de R\$ 13,7 milhões, o centro foi inaugurado no fim de 2018. “É uma iniciativa relevante. Equipado com laboratórios avançados, recebeu o apoio de universidades e montadoras, como a Renault, que trabalha no desenvolvimento de um veículo elétrico no país”, declara Ricardo Guggisberg, presidente da Associação Brasileira do Veículo Elétrico. “O Paraná sempre se destacou no cenário da eletromobilidade”, diz ele, lembrando dos projetos de motorização elétrica (carro, ônibus, caminhão, avião) desenvolvidos pela empresa Itaipu Binacional, localizada no estado.

Além de oferecer cursos para formação de mão de obra especializada, o Centro de Mobilidade Sustentável e Inteligente integra projetos de inovação. O local dispõe de 13 salas de aula e oito laboratórios para o estudo e o desenvolvimento de *powertrains* híbridos e elétricos, estações de recarga de baterias e plataformas de comunicação V2X (entre veículos e o ambiente ao redor), que equipam carros autônomos, entre outros sistemas.

Santos espera que a proximidade da eiON com o ecossistema de inovação do Campus da Indústria ajude a startup a captar recursos para fabricar um automóvel elétrico de forma duradoura. Modelos mais simples de veículos à bateria, como triciclos e carros de golfe, já são feitos no país. O primeiro modelo elétrico nacional, um minicarro para dois passageiros batizado de Itaipu, foi projetado nos anos 1970 pela montadora Gurgel (*ver Pesquisa FAPESP nº 104*), mas não chegou a ser produzido. O modelo, entretanto, serviu de base para o Itaipu E-400, utilitário fabricado em 1981 e 1982 que teve poucas unidades vendidas. ■

A SERVIÇO DA JUSTIÇA

Avanço de pesquisas nas ciências forenses esbarra em problemas estruturais do sistema de investigação criminal

Christina Queiroz



Nos últimos 15 anos a cooperação entre a academia e a polícia se intensificou em todo o país, trazendo avanços significativos para o trabalho de perícia em áreas como toxicologia e odontologia forense. O sistema investigativo, no entanto, segue enfrentando dificuldades estruturais que têm prejudicado seu pleno desenvolvimento. A falta de autonomia entre os órgãos responsáveis pelos processos de apuração técnica de casos criminais e a sobrecarga laboral dos peritos são alguns dos obstáculos que impactam a colaboração científica.

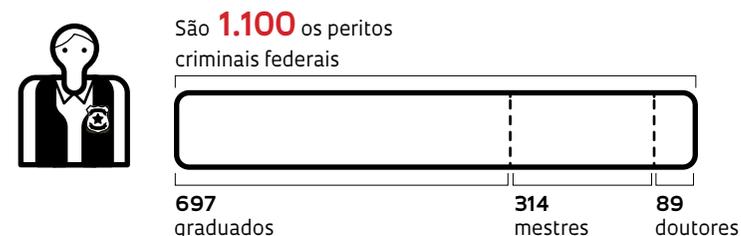
Com 41,6 mil assassinatos em 2018, conforme o Fórum Brasileiro de Segurança Pública, a investigação de homicídios representa hoje um dos grandes desafios para o Brasil, que atualmente desconhece a taxa de elucidação desses crimes. Segundo o Atlas da Violência de 2019, elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), nos estados em que esse número é conhecido, ele não passa de 20%. Alice Aparecida da Matta Chasin, professora de toxicologia e coordenadora da área de saúde da pós-graduação das Faculdades Oswaldo Cruz, de São Paulo, vê no conhecimento científico a possibilidade de mudar esse panorama. “O trabalho dos peritos é transformar vestígios em indícios, utilizando técnicas e metodologias científicas para apoiar a resolução de casos judiciais, como homicídios, por exemplo”, esclarece Chasin, lembrando que

o Código de Processo Penal brasileiro exige que os institutos de criminalística e medicina legal realizem perícias mesmo quando o acusado confessa o crime.

A Polícia Federal (PF) conta hoje com 51 unidades de criminalística e 1.100 peritos criminais. Em 2019, de acordo com o perito criminal federal Eduardo Mendes Cardoso, 314 deles eram mestres e 89 doutores. O sistema de investigação, no entanto, está sobrecarregado. “A recomendação das Organizações das Nações Unidas [ONU] é de que os países tenham um perito para cada 5 mil habitantes. No Brasil, o último dado que temos, de 2013, indicava a existência de um perito para cada 38 mil habitantes”, informa Cardoso.

Em tese de doutorado defendida em 2019 na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP, a enfermeira Greice Petronilha Prata Carvalho investigou o trabalho da equipe de atendimento de local de crime do Núcleo de Perícias em Crimes contra a Pessoa, do Instituto de Criminalística do município de São Paulo, constatando os efeitos cotidianos dessa realidade. Para atender toda a capital, o órgão dispõe de apenas duas equipes, formadas por perito criminal e fotógrafo técnico pericial que atuam em plantões de 12 horas. “Em um único dia, esses profissionais chegam a percorrer 300 quilômetros, comparecendo em até 17 locais de crimes contra a pessoa, como homicídio, suicídio, latrocínio e morte suspeita”, relata.

Perícia criminal federal



FONTES: POLÍCIA FEDERAL E EDUARDO MENDES CARDOSO

Glossário



CIÊNCIAS FORENSES

Técnicas e conhecimentos científicos utilizados para investigações legais, envolvendo múltiplas disciplinas, entre elas física, química, biologia, odontologia e medicina



MEDICINA LEGAL

Especialidade médica e jurídica que utiliza conhecimentos tecnocientíficos da medicina para esclarecer fatos de interesse da Justiça



PERÍCIA CRIMINAL

Atividade tecnocientífica voltada à elucidação de crimes



NECROPSIA

Procedimento realizado por médicos legistas e peritos quando há dúvidas sobre a causa da morte



INSTITUTO MÉDICO LEGAL (IML)

Elabora necropsias e laudos cadavéricos em casos em que há suspeita de violência. Produz exames como o de corpo de delito e toxicológicos



SERVIÇO DE VERIFICAÇÃO DE ÓBITO (SVO)

Elabora necropsias em casos de morte natural sem suspeita de violência

Carvalho, que acompanhou a equipe de perícia em 61 ocasiões ao longo de um ano, afirma que muitas vezes os profissionais não têm tempo suficiente para fazer a investigação de modo adequado. Tampouco para utilizar o conhecimento científico na coleta dos dados necessários para resolução dos casos. Após a ocorrência de um crime, os peritos são requisitados para analisar o local por uma autoridade, na maioria das vezes por um delegado. Sua função envolve a identificação de indícios que possam ajudar a solucionar o caso, bem como a coleta de material que demanda exame laboratorial, como amostras biológicas ou impressões digitais. A equipe pode envolver um perito criminal, um fotógrafo e um desenhista técnico-pericial. “Esses profissionais vivenciam situações delicadas, relacionadas com cenas de violência ou o desespero dos familiares, e não conseguem processar as experiências em decorrência do elevado fluxo de trabalho”, diz. “Nos 61 locais que acompanhei, envolvendo situações de morte suspeita, apenas dois homicídios foram confirmados. Muitos casos eram de idosos doentes, que faleceram em casa de morte natural”, informa. De acordo com Carvalho, as pessoas ouvidas na sua pesquisa relataram que todo processo de atendimento do local de crime, desde a emissão da solicitação da perícia até a elaboração do laudo do médico legista, envolve custos de quase R\$ 5 mil. Com uma triagem mais cuidadosa dos casos de morte suspeita que, portanto, de fato demandam perícia do Instituto Médico Legal (IML), esse valor poderia ser economizado e a sobrecarga de trabalho dos peritos, aliviada.

BUSCA DE AUTONOMIA

“Os IMLs são os primeiros a serem impactados pela falta de investimento em políticas de segurança pública”, afirma Flavia Medeiros, professora do Departamento de Antropologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e pesquisadora do Instituto de Estudos Comparados em Administração de Conflitos (INCT-InEAC). Medeiros, que há uma década pesquisa instituições responsáveis pela gestão de pessoas mortas, acompanhando a produção de documentos e registros feitos a partir de perícias, afirma que, além da falta de recursos, outra demanda do sistema investigativo envolve a necessidade de que a perícia criminal passe a ser feita por órgãos independentes da polícia. “Os peritos precisam ter autonomia para investigar, por exemplo, crimes em que o Estado é suspeito de participar”, defende. A desvinculação dos institutos médicos legais e dos órgãos de perícia criminal das secretarias de Segurança Pública e das polícias civis foi uma das recomendações feitas em 2014, pela Comissão Nacional da Verdade (CNV), para prevenir graves violações de direitos humanos.

Paulo Saldiva, do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina (FM) da USP, aponta o Victorian Institute of Forensic Medicine (VI-FM), em Melbourne, na Austrália, como centro de referência na área de medicina forense no mundo. O instituto desenvolve atividades de patologia forense, pesquisa científica e organiza cursos na área. Realiza autópsias e pode coletar material para exames diversos, incluindo toxicológicos, odontológicos e de DNA. Para elaborar um atestado de óbito, o médico legista dispõe de informações completas. “Lá, somente depois da análise do legista é que se decide se o caso exige abertura de inquérito policial”, explica Saldiva, lembrando que o centro australiano também conta com estrutura judicial. Apesar de funcionarem no mesmo lugar, o sistema de Justiça e o de perícia são independentes e respondem a diferentes chefias.

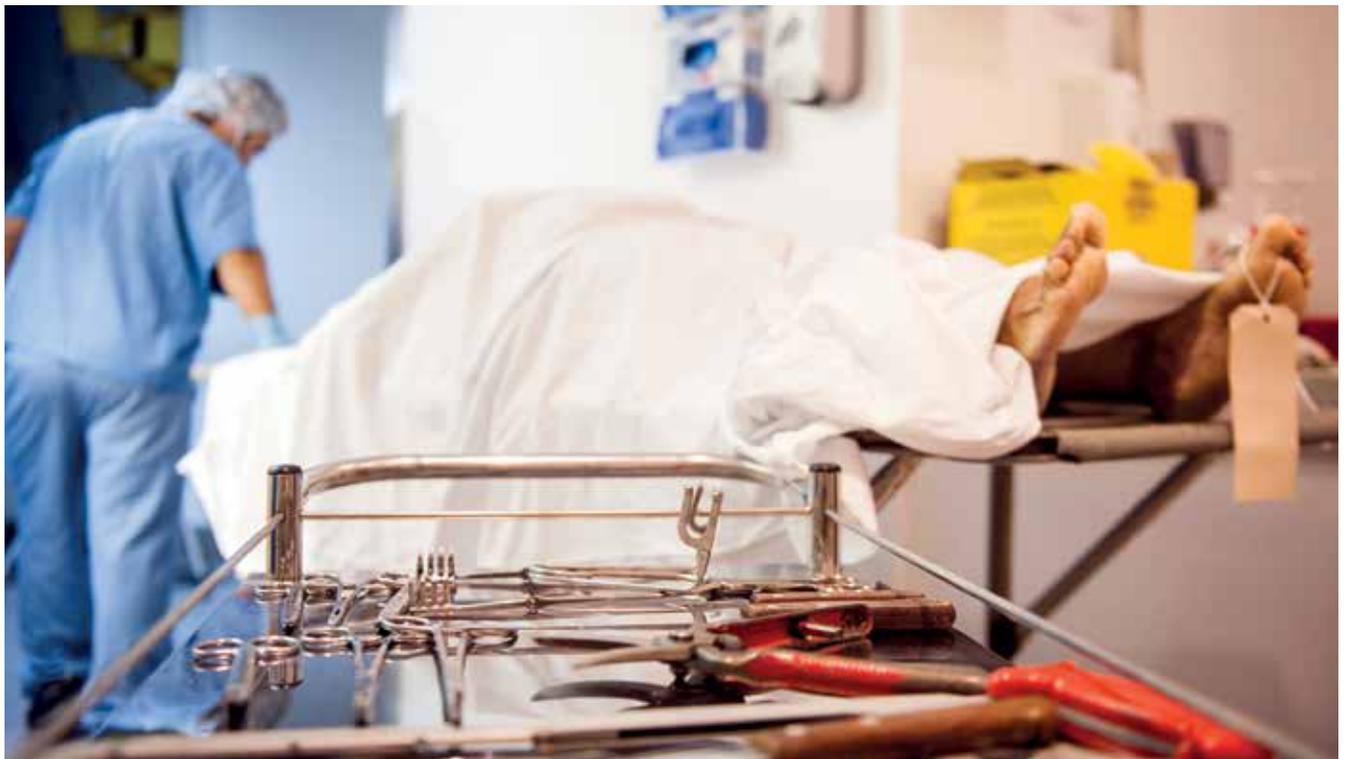
O acesso aos corpos de pessoas mortas em decorrência de causas externas é fundamental para o avanço da medicina. Saldiva observa que foi justamente a criação de hospitais de campanha, a partir da década de 1950, que possibilitou o estudo de complicações clínicas e o desenvolvimento de tratamentos adequados para situações de trauma. O Mobile Army Surgical Hospital (Mash), estabelecido por forças norte-americanas durante a Guerra da Coreia (1950-1953), representa um marco desse processo. “Nesse sentido, a violência funcionou como elemento propulsor de progresso médico”, informa. De acordo com Saldiva, há uma divisão de funções. Enquanto peritos do IML realizam autópsias em busca de informações que ajudem a elucidar a causa de determinada

morte, os patologistas investigam esses corpos para estudar aspectos relacionados à medicina.

“Todo cirurgião de pronto-socorro gostaria de saber, por exemplo, por que um indivíduo que apresenta trauma na medula também sofre um processo inflamatório. Não podemos tirar um pedaço da medula espinal de uma pessoa viva para investigar isso, mas se ela morreu, sim. Há doenças e complicações do trauma que só podem ser estudadas na autópsia”, justifica Saldiva. Corpos de pessoas mortas, decorrentes de causas naturais não esclarecidas, são encaminhados para realização de necropsia no Serviço de Verificação de Óbito (SVO). Na cidade de São Paulo, o serviço é prestado pela gestão municipal e dirigido pela USP. Na grande São Paulo e no interior, é executado por médicos contratados pelas prefeituras. Já cadáveres de pessoas mortas por causas externas, muitas vezes violentas (*ver quadro na página 84*), incluindo homicídios, suicídios e acidentes, bem como corpos de pessoas não identificadas, são enviados para necropsia por médicos-legistas do IML. Cada estado tem regras próprias de funcionamento, sendo que em alguns lugares o SVO funciona dentro do próprio IML ou em hospitais. “Com isso, em São Paulo, pesquisadores da USP podem estudar corpos que chegam ao SVO, mas não aqueles encaminhados ao IML”, informa. “A realização de autópsias em pessoas que morreram por conta de traumas resultantes de quedas de motocicleta, por exemplo, poderia render informações sobre como desenvolver pacotes mais seguros.”

Marco Aurélio Guimarães, responsável pelo Laboratório de Antropologia Forense do Centro de Medicina Legal (Cemel) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da USP,

Serviço de Verificação de Óbito da cidade de São Paulo é dirigido pela USP



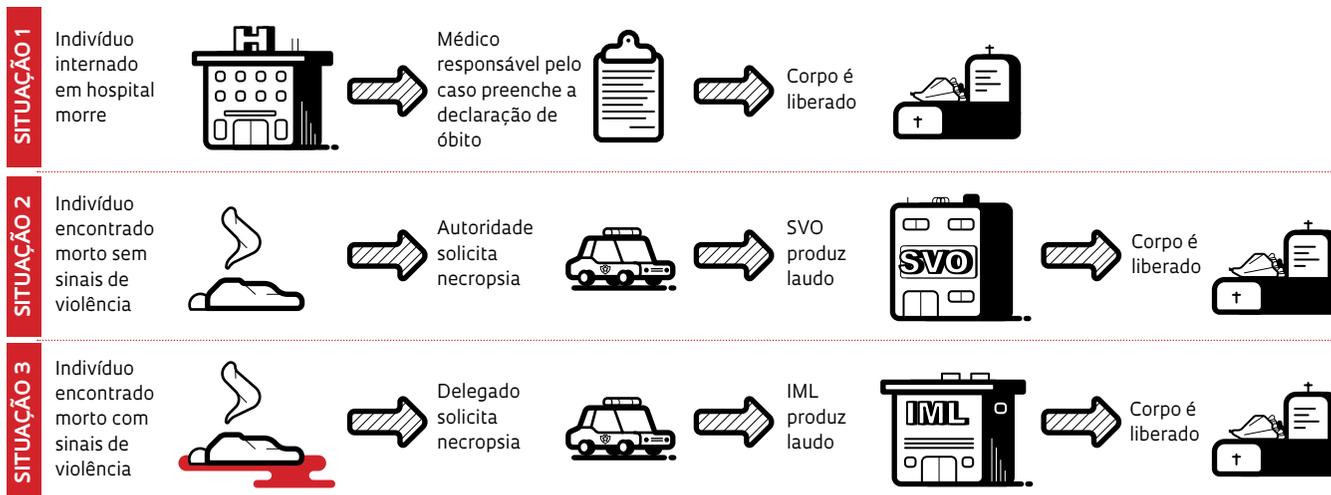
explica que a medicina legal é uma especialidade ao mesmo tempo médica e jurídica, tendo sido uma das mais afetadas por interferências políticas durante a ditadura militar (1964-1985). Com isso, seu ensino em instituições de nível superior foi prejudicado. Com a finalidade de fomentar o desenvolvimento da área, o Cemel foi criado em 1990, passando a abrigar o IML de Ribeirão, além de desenvolver atividades de ensino e pesquisa relacionadas à medicina legal. A partir desse acordo de cooperação, os pesquisadores daquele *campus* da USP começaram a poder participar da realização de exames necroscópicos, enquanto o IML pôde contar com uma estrutura adequada para o desenvolvimento de sua operação. “Antes do Cemel, as necropsias de Ribeirão Preto aconteciam em uma sala no cemitério da Saudade, que não tinha ventilação e na qual os restos refluíam para a calçada”, lembra Guimarães. Ele esclarece que os médicos-legistas do IML de Ribeirão Preto precisam autorizar a presença de professores e alunos nas necropsias para fins didáticos. Para a realização de pesquisas em cadáveres, é necessário submeter o pedido a comissões de ética e o procedimento é mais delicado. De acordo com o pesquisador, atualmente a parceria entre a universidade e o IML enfrenta desafios relacionados com a falta de verba para aquisição de material e contratação de novos peritos.

Segundo Guimarães, quando o Cemel foi inaugurado, o IML contava com 15 médicos legistas. “Funcionários se aposentaram e não houve reposição de vagas. Com isso, hoje, são apenas seis, com duas possíveis vagas a completar”, diz. No mesmo período, o volume de trabalho aumentou em decorrência do crescimento da taxa de mortalidade associada a causas violentas e da prestação

de novos serviços, como os exames para seguro DPVAT (Danos Pessoais causados por Veículos Automotores Terrestres). Cabe assinalar que um pedido de necropsia é feito a partir da realização de um Boletim de Ocorrência e é o delegado de polícia o responsável por determinar se o procedimento será realizado pelo IML ou pelo SVO. “O Brasil é um dos únicos países do mundo que abre inquérito e define a *causa mortis* jurídica antes que o corpo seja analisado por um médico legista”, comenta Guimarães.

Apesar das dificuldades estruturais, a cooperação entre a academia e o sistema investigativo tem apresentado avanços em distintas áreas do conhecimento. Luiz Spricigo, diretor do Instituto Nacional de Criminalística da Diretoria Técnico-Científica (INC/Ditec) da PF, comenta que cada vez mais as ciências forenses utilizam tecnologia e metodologias desenvolvidas no ambiente científico-acadêmico para a resolução de casos de interesse da Justiça. Como exemplos, cita metodologias de valoração econômica de danos ambientais, para rastrear vestígios de animais traficados, remanescentes humanos, madeira ilegal, drogas e alimentos fraudados, e também para identificar crimes de pedofilia. “O desenvolvimento de ferramentas de bioinformática para trabalhar com uma grande quantidade de dados fez com que a análise de genética forense saltasse para o nível de automação atual, com a criação, por exemplo, de bancos de dados de perfis genéticos”, observa. Recentemente, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) estabeleceu parceria com a Polícia Federal (PF) e a Secretaria Nacional de Segurança Pública para investir R\$ 10

Processo de liberação do corpo





Amostras para biópsias são coletadas por peritos e demandam exames laboratoriais

Autonomia entre os órgãos responsáveis pela apuração de casos criminais é um dos desafios do sistema investigativo

milhões em programas de pós-graduação *stricto sensu* nas áreas de segurança pública e ciências forenses. A iniciativa dá prosseguimento ao programa ProForenses, lançado em 2014.

Foi trabalhando com outros pesquisadores que o policial federal Bruno Requião da Cunha descobriu a melhor maneira de combater redes de pornografia infantil, no país. O grupo analisou a estrutura de bancos de dados anônimos que foram investigados durante a operação Darknet da PF. Entre 2014 e 2016, a PF monitorou atividades de 182 usuários de um fórum de pornografia infantil, que reunia cerca de 10 mil pessoas. Os pesquisadores aplicaram métodos da matemática e física para identificar os elementos-chave da organização. “Descobrimos que redes de pornografia infantil funcionam como as terroristas: quando retiramos os elementos-chave, elas se desfazem”, informa.

Na odontologia forense, um dos principais desafios científicos envolve os padrões de referência utilizados para identificação da idade. Segundo Maria Gabriela Haye Biazevic, da Faculdade de Odontologia da USP, os padrões usados em radiografias seguem modelos internacionais e muitas vezes não servem para a população brasileira. “Atualmente, estamos trabalhando para criar referências adequadas a populações miscigenadas, como a do nosso país”, informa. A estimativa da idade por meio de técnicas da odontologia forense é importante, por exemplo, no contexto de aumento de fluxos migratórios, quando governos precisam determinar a idade de quem chega ao país. “Indivíduos com menos de 18 anos recebem tratamento distinto do sistema de Justiça”, informa. Na União Europeia, por exemplo, crianças e adolescentes refugiados têm acesso a mais proteção no país de acolhida.

Por fim, na química forense, Adriano Otávio Maldaner, perito criminal federal do INC e pesquisador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologias Analíticas Avançadas (INCTAA), informa que um dos avanços mais significativos envolve pesquisas para identificação de novas drogas psicoativas em circulação no país. “Traficantes internacionais trazem drogas ao Brasil utilizando substâncias sobre as quais ainda não há legislação”, conta. Por meio de trabalho conjunto com a academia, peritos criminais realizam a identificação dessas novas substâncias para comunicar à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que as inclui na lista de proibidas. No âmbito do INCTAA e em parceria com a Universidade de Brasília (UnB),

Maldaner participa de pesquisa para estimar o consumo de drogas em Brasília a partir da análise da rede de esgoto. “Neste ano, fechamos acordo com o Ministério da Cidadania para realizar o estudo em outras cidades do Brasil.” De acordo com o pesquisador, a partir dos resultados do levantamento, o governo federal pretende elaborar ações de combate às drogas, incluindo tanto iniciativas de prevenção nas escolas como medidas para reprimir a utilização de substâncias como cocaína.

No mesmo caminho, em outro projeto de investigação científica, José Luiz da Costa, coordenador do Centro de Informação e Assistência Toxicológica (CIATox) e professor da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), identificou novas drogas psicoativas em circulação em diferentes cidades brasileiras, coletando amostras de saliva de voluntários, durante festas e festivais de música eletrônica. Toda vez que as amostras eram coletadas, os pesquisadores perguntavam se eles sabiam o que estavam usando e registravam suas respostas. “Uma das conclusões do estudo é que mais da metade das pessoas pensa que está usando uma substância diferente daquela que realmente está”, afirma. Além de permitir o aprimoramento da legislação, a identificação de novas drogas psicoativas, observa Costa, fornece dados úteis para o tratamento de indivíduos atendidos em serviços de emergência de hospitais. ■

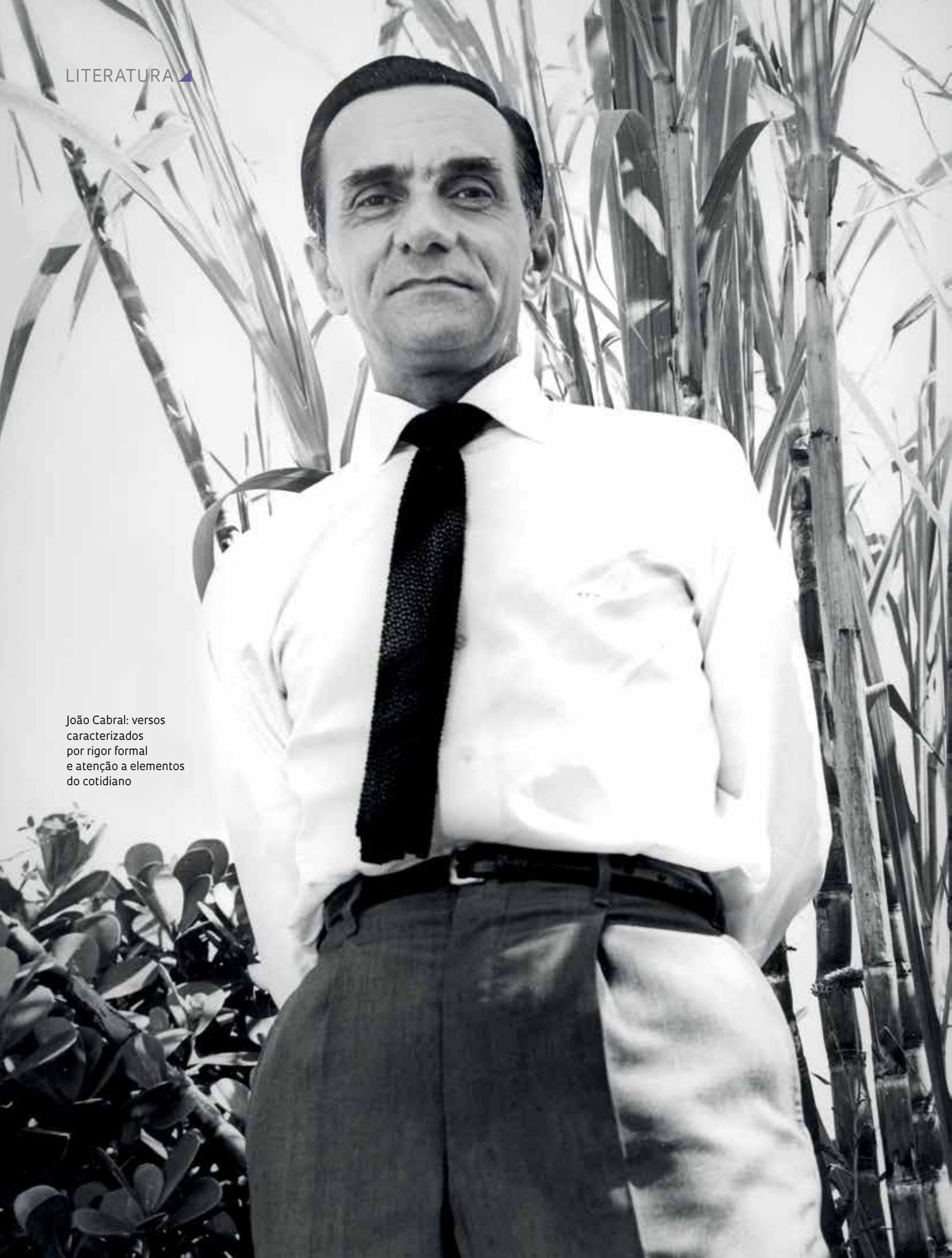
Projeto

Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas – INCTAA (nº 08/57808-1); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Celio Pasquini (Unicamp); Investimento R\$ 1.733.102,25.

Os demais artigos e projetos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

LITERATURA ▲

João Cabral: versos
caracterizados
por rigor formal
e atenção a elementos
do cotidiano



A CONQUISTA DO PARTICULAR E DO CONCRETO

Lançamento de poemas inéditos,
ensaio biográfico e eventos marcam centenário
do nascimento de João Cabral de Melo Neto

Diego Viana

João Cabral de Melo Neto foi o primeiro a definir a própria poesia como cerebral, objetiva, matemática. Opunha-se ao lirismo tradicional do verso brasileiro e à expressão desabrada das emoções, empenhando-se na arte do rigor formal e da objetividade. E foi assim que construiu um universo povoado por engenhos de açúcar, o rio Capibaribe, jogadores de futebol, ruas de Sevilha, pintores modernos e poetas clássicos.

“A subjetividade não precisa do pronome ‘eu’ berrando para existir na poesia”, argumenta o crítico Ivan Marques, professor da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). “Quando Cabral fala de poetas, trabalhadores manuais, pescadores, ele projeta uma visão de mundo. A subjetividade se filtra no discurso”, explica. Em um autor como Cabral, avalia, as experiências do indivíduo não estão ausentes nem camufladas, mas depuradas pelo trabalho da linguagem.

O centenário do poeta pernambucano, nascido em 6 de janeiro de 1920 no Re-

cife e morto em 1999 no Rio de Janeiro, está sendo celebrado com uma série de lançamentos e eventos. Marques, que pesquisa a obra do autor há 10 anos, prepara uma biografia, a ser lançada este ano pela editora Todavia. Em dezembro, a Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj) realizou no Recife um seminário relacionando o poeta com o sociólogo Gilberto Freyre (1900-1987), seu primo 20 anos mais velho. No evento, o poeta português Arnaldo Saraiva demonstrou como Cabral teve influência sobre a poesia moderna de Portugal, em particular na obra de Sophia Mello Breyner Andresen (1919-2004).

Uma nova edição de sua poesia completa será lançada pelo selo Alfaguara em junho, com curadoria do professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Antonio Carlos Secchin, que há mais de 45 anos estuda a produção de João Cabral. A nova edição inclui poemas inéditos, encontrados na Casa de Rui Barbosa, no Rio de Janeiro, por Edneia Rodrigues Ribeiro, professora do *campus* Montes Claros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

norte de Minas Gerais (IFNMG). Ribeiro, que pesquisava o acervo pessoal do poeta desde 2016, encontrou os poemas no final de 2018, quando já estava para entregar seu doutorado, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). “Só pude mencionar a descoberta, com a sensação de que a ausência completa daqueles poemas deixaria meu trabalho inconcluso”, relembra.

Ribeiro considera que os poemas estão “à altura de outros que integram *Agrestes* (1985), *Museu de tudo* (1975), *A escola das facas* (1980) e outros livros”. Mas, como têm “diferentes abordagens temáticas e estéticas entre si”, se tivessem sido publicados, “não teríamos uma coletânea orgânica e racional”. Hoje, “se, para alguns leitores, a publicação dos inéditos pode ser vista como algo que não agrega muito à já consagrada poesia cabralina, não vejo motivos para imaginar que eles possam comprometer o zelo que o poeta dispensava ao seu fazer poético”, estima. Os poemas não são datados, mas alguns têm correções e anotações que sugerem que eles poderiam vir a integrar uma de suas coletâneas

de obras completas. Por isso, segundo ela, “há indícios de que o próprio autor perdeu o controle sobre seus poemas em determinado momento”.

Também será publicada este ano, pela editora UFG, uma edição crítica da correspondência de João Cabral com o poeta português Alberto de Serpa (1906-1992). O volume é organizado por Solange Fiuza, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Letras e Linguística da Universidade Federal de Goiás (UFG). De acordo com Fiuza, as cartas ajudam a conhecer melhor o pensamento crítico de Cabral, trazem elementos da composição de *O cão sem plumas* (1950) e fazem revelações sobre seu posicionamento político na segunda metade da década de 1940. “Na Espanha de Franco, quando exercia seu primeiro posto diplomático, Cabral viu no comunismo uma saída. As cartas a Serpa deixam explícito esse posicionamento”, explica Fiuza. Além das cartas e do aparato crítico, será publicado também um fac-símile do único número impresso da revista *O Cavallo de Todas as Cores*, publicada em Barcelona por Cabral e Serpa em 1950.

João Cabral de Melo Neto é reconhecido como um dos principais poetas brasileiros do século XX. Sua influência sobre a posteridade é tanta que, não raro, um poeta recebe o epíteto de “cabralino” da crítica. O rigor na métrica, o cuidado com a palavra e a recusa ao lirismo estão entre as características que evocam a herança cabralina. “Qualquer poeta sério, desde a segunda metade do século passado necessariamente se relaciona com a obra de Cabral”, afirma Marques. “Cabral

ajudou a tornar a poesia brasileira mais rigorosa, mais consciente de si mesma, escapando da espontaneidade do poeta que fala da sua dor de cotovelo.”

A poesia dita cabralina é uma poesia “consciente de seu fazer”, avalia Marcos Siscar, poeta e professor do Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas (IEL-Unicamp). “Alguns poetas, como Manuel Bandeira, Carlos Drummond de Andrade, Cabral, marcaram de forma contundente a poesia brasileira. Isso faz com que sua marca seja reconhecível em poetas posteriores”, diz. “Talvez mais do que outros, Cabral inventou uma espécie de ‘dicção’ poética, deslocando a ênfase modernista no verso livre”, explica Siscar.

“João Cabral equivale, para a poesia lírica e melódica, àquilo que os escritores da Semana de 1922 representaram contra a tradição parnasiana”, considera Fábio de Oliveira, professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), que há uma década pesquisa o tema. “Escrever poesia em termos da objetividade causa bem menos estranhamento hoje do que quando João Cabral começou. Daí que seja possível tratar com um adjetivo como ‘cabralino’ o trabalho de outros poetas”, completa.

A referência a João Cabral não se dá necessariamente pela aceitação de suas ideias. Confrontar o estilo cabralino também é uma forma de dialogar com sua herança. Siscar recorda que, na virada da década de 1970 para a de 1980, a poeta carioca Ana Cristina César (1952-1983) se referiu à sua própria geração como “anticabralina por excelência”. Na avaliação

de Siscar, a poesia marginal do período recusava o intelectualismo e tinha “uma visão mais heterodoxa e mais mundana de projeto poético”.

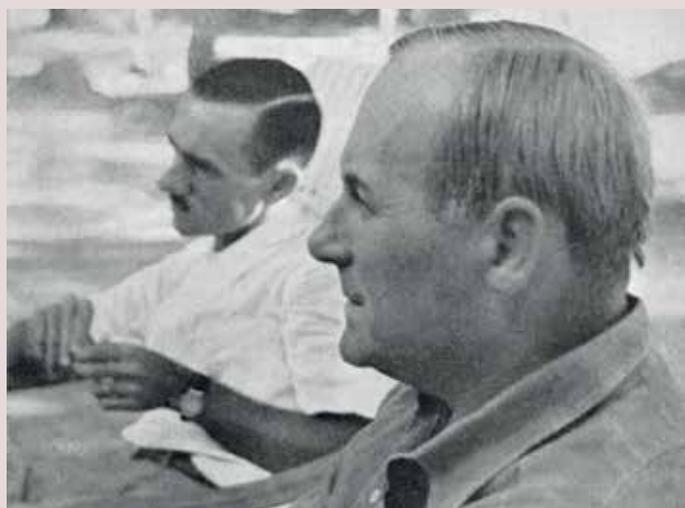
Se por um lado a poesia de João Cabral é dita “cerebral” e “intelectualista”, por outro, sua preocupação social é emblemática, a ponto de sua obra mais conhecida ser *Morte e vida severina*, publicada em 1955 com o subtítulo *Um auto de Natal pernambucano*. O texto, escrito a pedido de Maria Clara Machado (1921-2001), que dirigia o teatro Tablado, no Rio de Janeiro, não chegou a ser montado por ela. Em 1966, ganhou versão musicada por Chico Buarque.

Na avaliação de Siscar, o cuidado formal e a atenção social andam de mãos dadas na obra de João Cabral. Ele lembra que em 1952, no ensaio “Poesia e composição”, o poeta anotou que o artista só pode dialogar com seu contemporâneo se dominar os meios técnicos de sua arte. Para Cabral, o poeta deve “viver a vida do leitor para entender suas demandas” e responder a elas, explica Siscar.

Pesquisador da obra cabralina há três décadas, o jornalista Mário Hélio Gomes, titular da diretoria de Memória, Educação, Cultura e Arte da Fundação Joaquim Nabuco (Dimeca-Fundaj), situa-a em uma linhagem de reações à tradição romântica e retórica da poesia brasileira. Essas reações incluem o Machado de Assis (1839-1908) da maturidade, o parnasianismo e a geração modernista de 1922. “Cabral sintetiza o caráter construído dos parnasianos com o gosto pelo cotidiano dos modernos”, afirma.

Na cronologia de Gomes, o afastamento da tradição retórica do romantismo em Cabral tem dois momentos. O primeiro, influenciado pela poesia francesa, tem rigor e poemas construídos, mas as imagens poéticas são universais e abstratas. “A contribuição realmente nova é quando a consciência social aflora e Cabral passa a falar de coisas reais”, argumenta. Esse é o segundo momento, influenciado pela experiência sevilhana, a partir de 1947, e o mergulho na poesia medieval espanhola. “É aí que ele conquista o particular e o concreto”, considera Gomes, para quem *O cão sem plumas* constituiu a mais clara representação dessa linguagem.

O próprio Cabral comparou sua poesia ao telhado de uma casa, no prefácio



João Cabral e o pintor catalão Joan Miró tornam-se amigos na década de 1940, em Barcelona

POEMA-FLASH

JOÃO CABRAL DE MELO NETO

Asfáltico, poliglota
descampinado, Brasília,
sem fronteiras de país,
de idade, de cor de línguas:
eis o mundo que nos mostra
Regina Célia Colônia
Lúcida luz de mercúrio
Fria e funda e MOST incômoda.

Inédito, o poema em homenagem à escritora e diplomata Regina Célia Colônia foi localizado pela pesquisadora Edneia Rodrigues Ribeiro no acervo de João Cabral, na Casa de Rui Barbosa.

de coletânea publicada em 1956: *Duas águas*. Ele se refere a duas vertentes da poesia, com uma primeira água, que demanda “leitura atenta e silenciosa”, e uma segunda, que “se presta à leitura de grandes auditórios”, em voz alta. Segundo Waltencir Oliveira, professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o poeta se referia a duas “dicções poéticas”, de acordo com o que cada poema comunica.

No entanto, em *O geômetra engajado*, de 1967, o também poeta Haroldo de Campos (1929-2003) teria introduzido uma confusão, ao classificar poemas e livros inteiros do pernambucano como pertencentes a uma ou outra água. “O prejuízo desse isolamento é enorme, porque, ainda que de modo implícito, Campos estabelece uma hierarquia que alça os poemas e livros da primeira água a um patamar de obras mais bem ‘construídas’ do que os pertencentes à segunda, entendida como constituída de poemas ditos sociais”, diz o professor da UFPR. Estudioso da obra do autor, o tema é desenvolvido no livro *O gosto dos*

extremos: Tensão e dualidade na poesia de João Cabral de Melo Neto, de Pedra do Sono a Andando Sevilha, publicado em 2012, a partir de sua tese de doutorado, defendida quatro anos antes.

Ao mesmo tempo, o rigor pelo qual João Cabral tornou-se célebre nem sempre foi levado a ferro e fogo. Segundo Fábio de Oliveira, o poeta “estava ciente de que, por maior que seja o controle, o artista nunca tem domínio completo sobre a confecção textual ou sobre o futuro de sua obra”. Em entrevista, Cabral chegou a dizer: “Se o inconsciente agir, contra a minha vontade, e me der uma solução que eu julgar válida, sou suficientemente cínico para aproveitá-la”.

Com interpretação clássica e consolidada, os novos estudos sobre João Cabral buscamos acrescidos em áreas até então pouco exploradas, afirma Oliveira, da UFMA. A relação com a Espanha, país onde o poeta viveu diversas vezes como diplomata, é uma dessas áreas. Outra é a experiência como editor, com o selo O

Livro Inconsútil, que lançou 14 títulos entre 1947 e 1953, graças a uma prensa manual. “Esses estudos demonstram um poeta mais dinâmico do que poderíamos supor se nos contentássemos com a imagem tradicional”, diz.

É nesse movimento que se encaixam pesquisas que vêm ressaltando a maneira como a individualidade de João Cabral reflete-se em sua obra. Daí a constatação de que a subjetividade é depurada pelo recurso à forma e à objetividade. O próprio Oliveira estuda a relação do poeta com dois pintores que o influenciaram, embora tivessem estilos distintos: Piet Mondrian (1872-1944), dos Países Baixos, e Joan Miró (1893-1983), da Catalunha. “Mondrian serve a uma aproximação estética no campo da estrutura e Miró no campo da imagem”, avalia. Gomes, da Fundaj, relata que Miró e Cabral se tornaram amigos quando o poeta foi à casa do pintor para comprar um quadro, em 1947, durante a ditadura de Francisco Franco (1892-1975).

Waltencir Oliveira ressalta que Cabral produziu poesia ao longo de 50 anos. Nesse período, “formalizou a experimentação contínua de formas poéticas heterogêneas, dialogando com múltiplas e, às vezes, díspares tradições literárias e culturais”. Cabral interagiu, em sua trajetória intelectual, com arquitetos, pintores, poetas estrangeiros e até mesmo o teatro, não só em *Morte e vida severina*, mas também no *Auto do frade*, de 1984, poema em vozes sobre a vida do religioso e político brasileiro Frei Caneca (1779-1825).

“João Cabral dizia que seu anseio era se tornar crítico de literatura e que escrevia poesia enquanto se preparava para ser crítico”, lembra Ribeiro, do IFNMG. “Levando em consideração a quantidade de poemas de cunho meta-linguístico, que versam sobre obras de arte e artistas de diversos segmentos e de diferentes nacionalidades, ele construiu uma poesia crítica, tornando-se um poeta-crítico”, sugere. ■

Livro

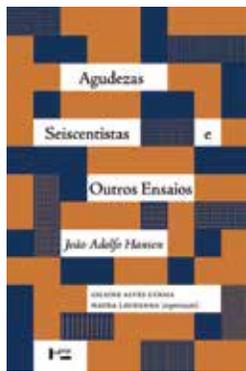
OLIVEIRA, W. A. *O gosto dos extremos: Tensão e dualidade na poesia de João Cabral de Melo Neto, de Pedra do Sono a Andando Sevilha*. São Paulo: Edusp/FAPESP, 2012.

Artigo científico

FIUZA, S. Marcos Siscar e o legado de João Cabral. *Revista de Educação, Linguagem e Literatura*. Dossiê: Estudos Literários e Interculturalidade. v. 11. 2019.

Arqueologia da representação colonial

Eneida Maria de Souza



Agudezas seiscentistas e outros ensaios
João Adolfo Hansen,
organizado por
Cilaine Alves Cunha
e Mayra Laudanna
Edusp
344 páginas
R\$ 60,00

A publicação de *Agudezas seiscentistas e outros ensaios* registra a rica produção de João Adolfo Hansen na sua área específica de pesquisa, qual seja, o estudo crítico e os documentos importantes das letras coloniais. Como primeiro volume que reúne artigos publicados em livros e revistas nacionais e estrangeiras, além de um texto inédito, a previsão de edição de mais dois volumes enriquecerá a bibliografia sobre o tema. Organizada por Cilaine Alves Cunha e Mayra Laudanna, a coletânea reveste-se em fonte de lições sobre as práticas letradas dos séculos XVI, XVII e XVIII. Completa ainda a obra um posfácio de Leon Kossovitch.

A complexidade dos ensaios, publicados sob a rígida escolha do autor, das práticas de representação luso-brasileiras convida o leitor a compartilhar de rara erudição, revelando um desafio para quem se dedica ao estudo de manifestações retóricas, poéticas, históricas e políticas dos períodos enfocados. Na intenção explícita de propor a “arqueologia da representação colonial”, Hansen merece ser destacado como crítico múltiplo, por enveredar em áreas como história, antropologia, filologia, semiologia, poesia e retórica. A contribuição de seu conhecimento para o diálogo entre essas áreas permite inscrevê-lo como representante de um lugar crítico pautado não só pela especialidade de atuação acadêmica como pela produção de vasta rede de informações que compõe o *corpus* escolhido. Com acuidade histórica, sem os vícios da temporalização contínua e evolutiva, o autor, logo no início, afirma: “Desde o livro que publiquei em 1989 sobre a sátira atribuída a Gregório de Matos e Guerra, venho fazendo uma arqueologia da representação colonial, reconstruindo-a sincronicamente, segundo as categorias e preceitos do seu presente, e diacronicamente, segundo suas apropriações e valores de uso”.

Um dos méritos da obra reside na intenção do autor em empregar categorias e procedimentos presentes nas análises das práticas discursivas como exemplos de vários tempos. Nesse particular, Hansen rejeita o anacronismo como efeito de generalização e, no seu entender, de cometer o gesto de “desistoricização neoliberal”. A generalização e a universalização impostas pelos

estilos de época estariam sendo movidas pelo princípio de totalização, por atuarem como entidades classificatórias, nos moldes de um esquema temporal evolutivo.

No entanto, embora sua posição esteja correta, poderíamos nos deter no conceito de anacronismo interpretado em sentido distinto ao endossado por Hansen, como o defendido pelo escritor argentino Jorge Luis Borges (1899-1986), citado pelo autor a propósito de outro texto, mas dando sequência às suas ponderações sobre a *ekphrasis*, no artigo “Categorias epidíticas da ekphrasis”. Nesse texto, considera pertinente observar “os processos de longa duração de transmissão de técnicas e modelos e das apropriações descontínuas deles”, ao defender que autores situados em tempos diversos escolhem suas amizades e inimizades artísticas, o que comprova a presença de tempos simultâneos e de emulações descontínuas. Borges concebia o anacronismo como esse encontro que rompia com a linearidade das descobertas e instituiu o diálogo no presente com formas artísticas fora de seu tempo. Penso que a solução de Hansen se aproxima desse anacronismo borgiano, por meio do qual não se descarta nem a historicidade do fenômeno discursivo nem a possibilidade de sua proliferação no futuro.

Os 14 ensaios comprovam a abrangência e a importância do pensamento do autor por discurrir, com minúcia e erudição inegáveis, temas nem sempre aprofundados pela teoria e crítica literária. Trata-se tanto da abordagem de textos pictóricos, sem a exclusividade da ficção, ao lado de agudas reflexões sobre uma série de tópicos distintos. Acrescente-se que esses e os demais trabalhos desenvolvem, com precisão e rigor, a articulação erudita entre história e literatura, filologia e exegese dos conceitos, política e propriedade autoral, povo e corpo político, entre outros procedimentos poéticos e retóricos. Pesquisadores das humanidades se sentirão enriquecidos com a leitura desta obra que se impõe como uma das mais relevantes contribuições aos estudos da arqueologia da representação colonial.

Eneida Maria de Souza é professora emérita da Universidade Federal de Minas Gerais.

Em homenagem a frei Veloso

Maria Margaret Lopes



Frei Veloso e a Tipografia do Arco do Cego
Ermelinda Moutinho Pataca e Fernando José Luna (org.)
Edusp
448 páginas
R\$ 60,00

A ignorância faz a ruína de muitos Estados. Ideias como essa, de frei José Mariano da Conceição Veloso (1742-1811), apoiam as análises densas reunidas na obra que homenageia os 200 anos da morte de frei Veloso e sua atuação na Tipografia do Arco do Cego, em Lisboa.

O franciscano naturalista e agrarista de destaque na coroa portuguesa é conhecido especialmente no Brasil por sua *Florae fluminensis*, de 1790, cuja publicação do texto completo só data de 1881, no volume V dos *Archivos do Museu Nacional* do Rio de Janeiro. Para os autores de *Frei Veloso e a Tipografia do Arco do Cego*, os obstáculos técnicos, científicos e políticos que impediram a publicação da *Florae fluminensis* à época remetem diretamente as tentativas frustradas à origem da Casa Literária do Arco do Cego.

O livro compreende quatro partes: o tempo de frei Veloso, sua obra, a Tipografia e a circulação de conhecimentos, além do apêndice com o catálogo das obras da Arco do Cego transferidas para a Imprensa Régia em 1804. A atenção especial às atividades do frade no universo editorial a serviço da coroa portuguesa não se restringe às análises sobre sua trajetória e decisões editoriais na Arco do Cego, entre 1799 e 1801.

“Frei Veloso viajante” abre a segunda parte do livro. Amplia as viagens filosóficas para além das coordenadas por Domenico Vandelli (1735-1816). Problematisa a erudição dos franciscanos, os engenheiros e militares desenhadores, o ensino de história natural. Assim como o texto sobre o seminário de Olinda e frei José da Costa Azevedo, primeiro diretor do Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1818, que evidencia a circulação de personagens e trajetórias não interrompidas na continuidade dos processos educacionais e científicos nos territórios do que hoje é o Brasil. Dessa seção emergem os autores e obras publicadas: a matemática e a cartografia, a química e a botânica, a predominância das obras de “ciências e artes”, na Casa Literária.

A terceira parte trata das práticas da Casa: plano editorial, fabricação e uso dos tipos de impressão, uso do til – sinal diacrítico –, que denunciava a influência francesa. Na quarta parte, “Uma história de traduções”, é outra leitura sobre a Tipografia, que situa os portugueses, coletas e

escritos nas redes de circulação de conhecimentos. Dos detalhes dos títulos e páginas de rosto surge o talento do narrador nos curtos prefácios de muitas obras.

O último artigo associa frei Veloso aos *go-between* de Simon Schaffer e nos conduz de volta aos primeiros textos de “Frei Veloso e seu tempo”. Aí o frade e a Casa se inserem no contexto das políticas editoriais a serviço da exploração colonial. Os autores esmiuçam as complexidades, contradições e alcance dessas iniciativas. A exemplo da inadequação dos livros – “fragmentos e objetos de uma ciência modernizadora” – enviados para Luanda, no artigo que aborda o Iluminismo e projetos coloniais em Angola, entendidos no “contexto das lógicas de poder às carreiras individuais do Império colonial, sustentado pelo controle da violência, organização do tráfico e intensificação da exploração africana”.

Contrapondo política editorial, censura, disputas, descumprimento de ordens, publicações “por ordem superior” imprecisa, que dessacralizavam o poder régio, outro texto adentra carreiras individuais, conflitos de poder entre agentes da coroa. O “sentido político-estratégico” das publicações da Arco do Cego e seu fim fizeram parte das estratégias contraditórias de busca para “controlar e dirigir um público emergente”, ainda nas tentativas de salvar o Antigo Regime.

São inúmeras as fontes arquivísticas de Portugal e Brasil e ampla a bibliografia por todo o livro. As notas de rodapé merecem leituras atentas. Ampliam os textos, fornecem outras perspectivas para novas pesquisas. O livro ainda se distancia das histórias definidas pelas fronteiras dos países atuais e sugere revisitar questões, a exemplo dos sentidos do termo luso-brasileiro. Portugueses, embora nascidos no que viria a ser o Brasil, pensaram o Império colonial escravocrata como um todo, com inadequações e prioridades. Independentemente de onde nasceram, os homens escolhidos do Império, quando necessário, circularam, assumiram postos de direção, foram professores, editores, e mesmo, foram descartados.

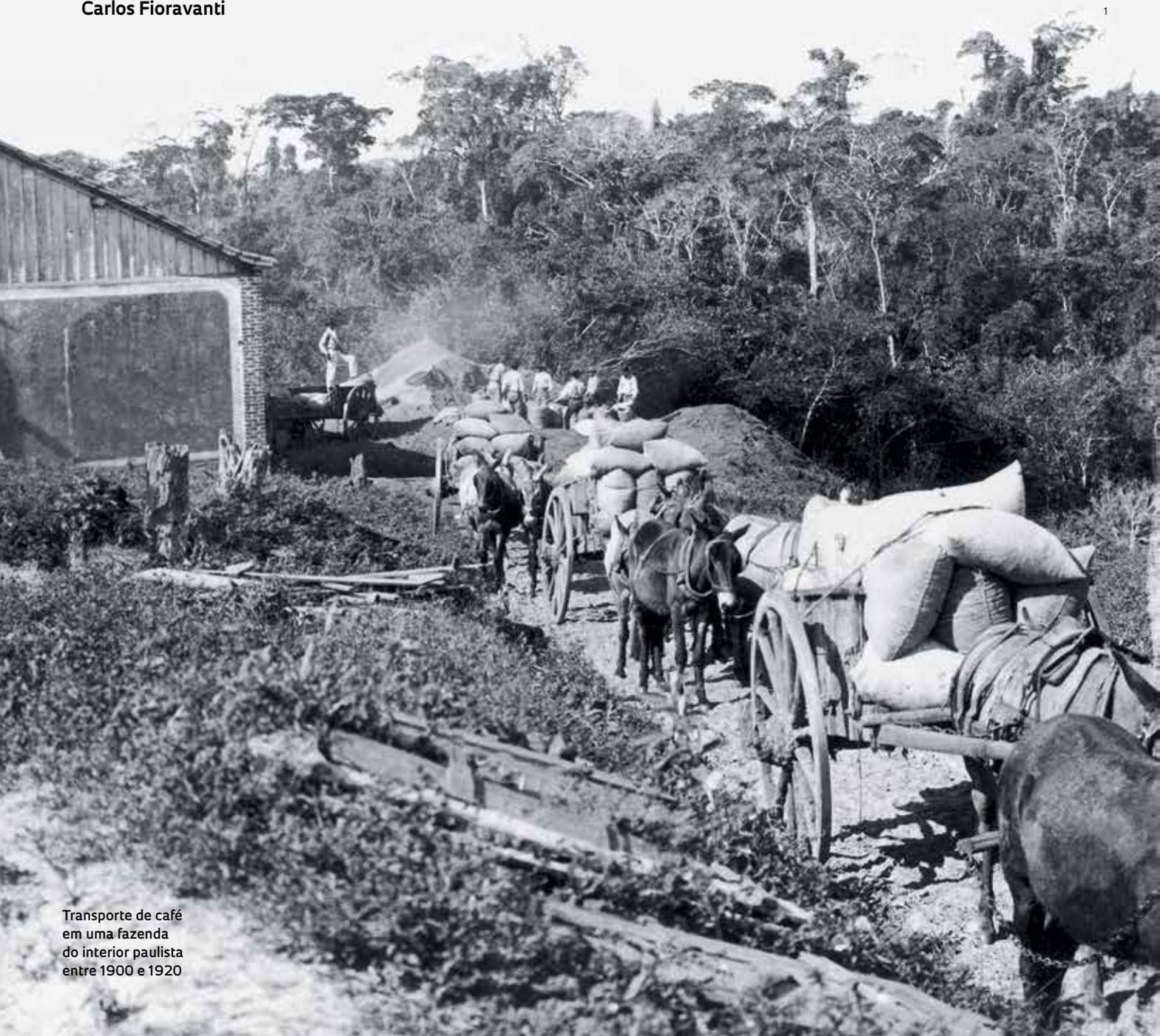
Maria Margaret Lopes é professora convidada dos programas de pós-graduação do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP) e de Ciência da Informação da Universidade de Brasília (UnB).

MEMÓRIA

RADIOGRAFIA DO CAMPO

Em 1920, primeiro Censo Agropecuário do Brasil identificou a transição da economia agrícola para a industrial

Carlos Fioravanti



Transporte de café em uma fazenda do interior paulista entre 1900 e 1920



Em 1920, digitadores faziam cartões perfurados a partir dos questionários dos recenseadores

Há 100 anos, depois de meses de planejamento, 18.172 recenseadores percorreram o campo e as cidades para levantar informações para o primeiro Censo Agrícola e Industrial, que tomou como base o dia 1º de setembro de 1920 para registro dos dados de produção, estoque, pessoal ocupado e maquinaria. Os entrevistadores percorreram os então 643 municípios do Brasil – hoje são 5.570 – e dimensionaram a produção de 648.153 estabelecimentos agrícolas (ou unidades produtivas), que correspondem a pouco mais de 10% dos 5.073.324 registrados no Censo mais recente, de 2017.

A Constituição de 1891 determinava que o Censo Agropecuário deveria ser feito a cada 10 anos e assegurou o de 1920, mas o de 1930 foi adiado e depois cancelado por causa da crise política, que impediu a posse do presidente eleito Júlio Prestes (1882-1946), pôs fim à República Velha e levou Getúlio Vargas (1882-1954) ao poder. Uma lei de 1965 estipulou que o levantamento fosse quinquenal, mas essa periodicidade nem sempre foi cumprida: por causa de cortes orçamentários do governo, os censos de 1990, 2000 e 2010 não foram feitos, embora o IBGE tenha realizado outras pesquisas, como a Produção Agrícola Municipal, que ajudaram a compensar a falta de informações. Com a finalidade de medir a produção do campo, os censos são essenciais como base de cálculo da produção econômica do país

e para o planejamento de órgãos públicos e produtores rurais.

Elaborado pela Diretoria Geral de Estatística (DGE), órgão do governo federal criado em 1871 para cuidar do primeiro censo populacional, o levantamento de 1920 retratou a transição da economia agrícola para a industrial, que ganhou força na década seguinte. O número de fábricas passou de 2.983 em 1907, de acordo com o Censo Industrial do Brasil, um levantamento mais simples, para 13.336 em 1920; hoje são 335 mil.

Esse foi também o quarto Censo populacional, que registrou 30,6 milhões de pessoas vivendo no Brasil; em 1872, no primeiro Censo, eram 9,9 milhões – os escravos eram 15,2% da população brasileira e o estado mais populoso era Minas Gerais, com 2 milhões de habitantes. A população atual do Brasil é de 210 milhões de pessoas. O mais antigo censo populacional de que se tem notícia foi feito em 2238 a.C. na China; os egípcios faziam censos anuais já no século XVI a.C.

“Difícilmente haverá outro trabalho desse tamanho”, diz o agrônomo Antônio Carlos Florido, gerente do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), órgão que assumiu as funções da DGE ao ser criado, em 1936, inicialmente com o nome de Instituto Nacional de Estatística. O primeiro Censo Agropecuário foi único não apenas pelo tamanho – 19 volumes

com 600 páginas, em média, que começaram a ser publicados em 1924 –, mas também por ir além das estatísticas e oferecer capítulos detalhados sobre a história, a geografia, o clima e as riquezas naturais do país.

No primeiro volume, por exemplo, o botânico Frederico Carlos Hoehne (1882-1959), então no Instituto Butantan, examinava a história e a distribuição geográfica dos principais cultivos agrícolas – cana-de-açúcar, trigo, arroz e milho – e apresentava espécies que poderiam servir para arborização urbana ou para jardins.

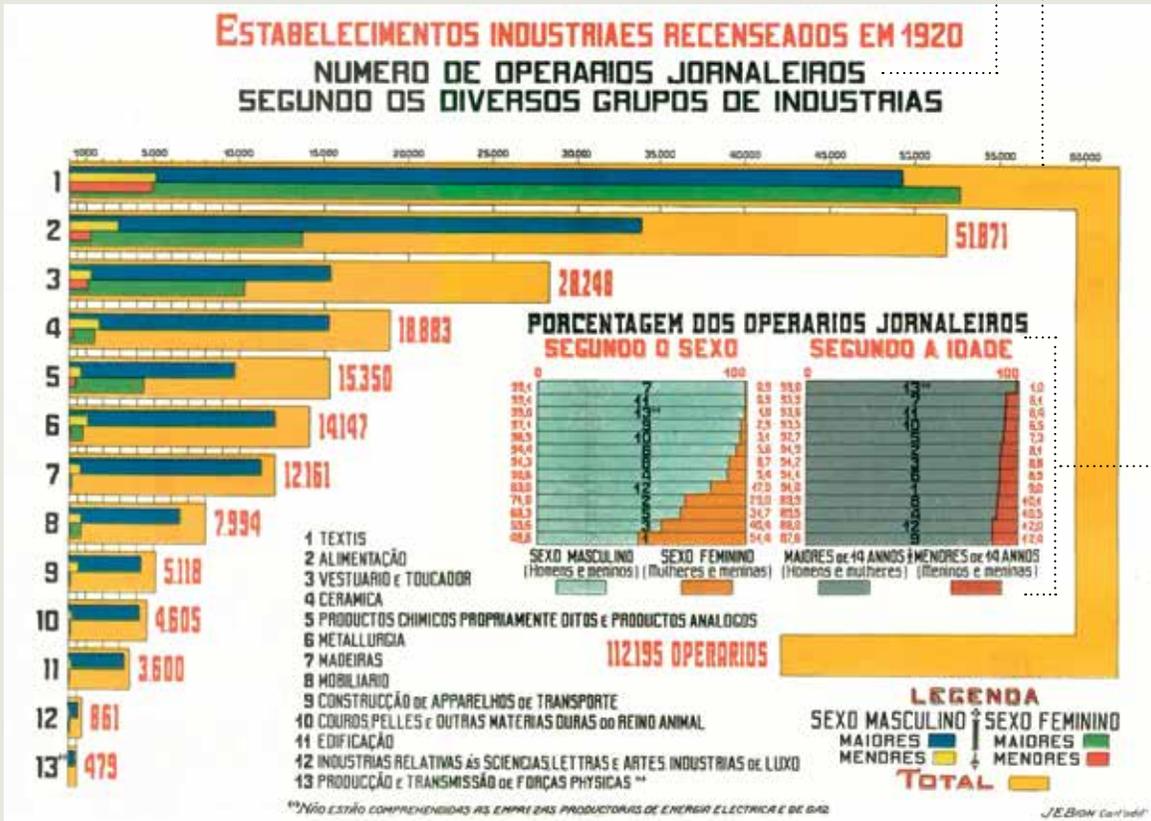
Em outro capítulo, o naturalista Alípio de Miranda Ribeiro (1874-1939), do Museu Nacional, sugeria a exploração dos couros de sucuris (*Eunectes* spp.) e de jacarés (*Caiman* spp.) e a domesticação do pato-selvagem (*Cairina moschata*). “O rato-do-banhado (*Myopotamus coypus*) fornece-nos o feltro para os chapéus; não se faz, porém, a sua criação; ao contrário, elimina-se o animal, cujo desaparecimento progressivo contribuirá forçosamente para extinguir dentro em pouco uma rendosa fonte industrial”, ele observou.

Em 1920, dois estados, São Paulo e Minas Gerais, respondiam por metade (53,3%) da área agrícola cultivada no país. Hoje, os estados com a maior área cultivada são Minas e Bahia, cabendo a São Paulo a terceira posição, embora com a maior produtividade por área. Há 100 anos, o milho respondia por 36,9% da área

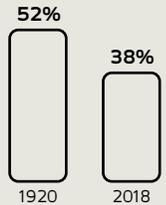
Indústria em transformação

Os operários eram chamados de **jornaleiros** porque ganhavam por dia ou a jornal

O **setor têxtil** era o que mais empregava em 1920 na indústria de transformação. Em crise desde 1980, com a abertura das importações, estava em nono lugar em pessoal empregado em 2018



Participação das mulheres no setor têxtil



Em 1920, não havia leis federais regulamentando o **trabalho feminino e infantil**. Emenda Constitucional de 1938 estabeleceu em 14 anos a idade mínima para aprendiz e em 16 para trabalho formal

1,8 milhão de crianças e jovens exerciam o trabalho infantil em 2017. Desses, cerca de 1 milhão em condições ilegais

básicos, principalmente de têxtil e vestuário, mas aos poucos se diversificou”, comentou Cano a *Pesquisa FAPESP*. “Foi uma época de lucros imensos para os empresários.”

A população da capital, já com os primeiros prédios com elevadores, passou de 579 mil habitantes em 1919 para cerca de 900 mil no final da década seguinte, dos quais 160 mil eram operários, que começavam a se organizar em sindicatos. “O município já era, de fato, ‘o maior centro industrial da América Latina’, como viria a ser chamado 20 anos depois”, escreveu Cano em um artigo publicado em 2012 na revista *Economia*.

Em um século, a força de trabalho no campo tem se reduzido em consequência da mecanização, da melhoria dos processos produtivos e maior uso da tecnologia no setor, observou o agrônomo Marcelo Souza de Oliveira, supervisor de

apuração do Censo Agropecuário do IBGE, ao comparar os 11 censos agropecuários do Brasil. O total de trabalhadores rurais passou de 6,13 milhões em 1920, atingiu o máximo de 23,3 milhões em 1985 e desde então tem caído, chegando a 15,1 milhões em 2017. A média de pessoal ocupado por estabelecimento foi de 9,7 em 1920 para 3 em 2017.

O Censo de 1920 implicou a distribuição de 37.589 caixas com questionários e mapas para o Censo demográfico e outras 8.265 para o Censo econômico. Depois de revistos nas delegacias regionais, os questionários sobre os inquéritos demográfico, agrário e industrial começaram a chegar à Diretoria de Estatística em 20 de novembro de 1920 – o último chegou em fevereiro de 1922. Nas mãos de uma equipe de 382 pessoas, passaram por 110

máquinas para perfuração de cartões – resultado de um acordo com a Tabulating Machine Company, dos Estados Unidos, que originou a IBM – e tomaram a forma de 44 milhões de cartões para apuração dos resultados.

A base tecnológica, como se poderia esperar, mudou bastante. “Atualmente”, descreve Oliveira, “os recenseadores levam no celular um aplicativo do setor censitário e mapas com sistemas de navegação (GPS), podem fazer relatórios on-line e tirar fotos para depois conversar com o supervisor”. Com data base de 30 de setembro de 2017, o Censo Agropecuário mais recente mobilizou cerca de 28 mil recenseadores, além das equipes de análise de dados. Após cinco meses de coleta de dados, os resultados foram divulgados em outubro de 2019. De acordo com o planejamento, o próximo Censo Agropecuário deverá ser feito em 2022. ■



O cuidado como profissão

Importância da enfermagem cresce com maior expectativa de vida e envelhecimento da população

A dedicação à recuperação da saúde das pessoas sempre foi uma das principais atribuições dos profissionais de enfermagem. Se há poucos séculos a atuação nessa área era constituída por práticas empíricas e em boa medida intuitivas, hoje baseia-se em amplo conhecimento científico, com procedimentos cada vez mais especializados, em distintos campos da saúde. “Os enfermeiros são responsáveis por garantir a excelência no tratamento dado aos pacientes”, afirma Regina Szyllit, diretora da Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo (EE-USP).

Com a intenção de reconhecer o trabalho realizado por profissionais do setor, além de chamar a atenção para a necessidade de ampliação dos investimentos na área, a Organização Pan-americana de Saúde (Opas) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) decidiram designar 2020 como o ano internacional dos profissionais de enfermagem e obstetrícia. A ideia é de que o desenvolvimento profissional

contribua para aperfeiçoar o atendimento aos pacientes.

“Essa é uma área que deve crescer muito no Brasil nos próximos anos porque a população, que hoje vive mais, está envelhecendo e, conseqüentemente, demandando cuidados especializados”, avalia Maria Helena Baena de Moraes Lopes, diretora da Faculdade de Enfermagem da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Por terem papel crucial na prestação de serviços essenciais, de atendimento e promoção da saúde, bem como na prevenção de doenças, a formação desses profissionais tem sido aprimorada. “O crescimento da enfermagem se dá inclusive na produção de conhecimento, desenvolvido a partir de pesquisas científicas que envolvem estudantes da graduação e pós”, informa Lopes.

No Brasil, a Lei nº 7.498 de 1986, que regulamenta o exercício da enfermagem, estabelece quatro categorias profissionais com ações distintas dentro das unidades de saúde: enfermeiros, técnicos, auxiliares de

enfermagem e obstetrizes, também conhecidas como parteiras. Segundo dados do Conselho Federal de Enfermagem (Cofen), estima-se em 2.245.000 os registros profissionais ativos no país, nas diferentes categorias.

Aos enfermeiros cabe a responsabilidade de liderar as equipes, além de avaliar diagnósticos de enfermagem, preparar e prescrever estratégias de cuidado para cada paciente. Também são responsáveis pela tomada de decisões que demandam conhecimentos científicos. A formação em nível superior pode durar até cinco anos.

Habilitados a lidar com pacientes de distintas complexidades, os técnicos de enfermagem precisam atuar sob a supervisão de um enfermeiro, executando as ações por ele formuladas. Para trabalhar nesse campo, é preciso que o profissional tenha ensino médio e realize curso na área de enfermagem. Já os auxiliares são responsáveis por ações mais simples, como prestar cuidados de higiene e conforto aos pacientes.

Como carreira de nível superior, a formação de obstetristas está em consonância com um conjunto de medidas lançadas pela Agência Nacional de Saúde (ANS) para promoção do parto normal e redução do número de cesarianas, método responsável por 84% dos nascimentos no país, segundo dados da própria ANS. Pioneira nessa área, desde 2005 a Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) oferece o curso de bacharelado em obstetrícia, destinado a profissionais que pretendem atuar nesse campo da saúde da mulher.

ESPECIALIZAÇÃO

Os cursos de graduação em enfermagem formam profissionais generalistas. Bioquímica, anatomia, fisiologia, imunologia, nutrição, sociologia e psicologia são algumas das disciplinas que integram o currículo. “A especialização em determinada área acontece em cursos de pós-graduação *lato sensu* e residências”, explica Torcata Amorim, do Departamento de Enfermagem Materno Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais (EE-UFGM). É o caso de enfermeiros que trabalham, por exemplo, nas áreas de obstetrícia, pediatria, oftalmologia, cardiologia, psiquiatria, gerontologia e em unidades de tratamento intensivo, as UTIs. “Em comum, todos têm a formação para o cuidado e a melhoria da qualidade de vida das pessoas, prevenção de doenças e agravos”, completa.

Na graduação, além da formação como bacharel, o enfermeiro pode optar pela licenciatura, que o habilita a dar aulas em cursos de nível técnico. “Há também um grande incentivo para que os alunos se dediquem às atividades de pesquisa”, diz Vanessa Pellegrino Toledo, coordenadora do curso de graduação em enfermagem da Unicamp. Além de possibilitar o desenvolvimento de carreira acadêmica, os estudos de mestrado e doutorado permitem aos enfermeiros fazer pesquisas clínicas, como a avaliação de eficácia e segurança do uso de fármacos em seres humanos, por exemplo. “Como esse é um campo que utiliza métodos bastante rigorosos, os

Demanda emergente

Áreas de atuação

- Orientação preventiva
- Atendimento geral e de emergência
- Atendimento domiciliar e pré-hospitalar
- Equipes de salvamento



Especialidades

- Obstetrícia
- Pediatria
- Geriatria
- Oncologia

Locais de trabalho

- Hospitais, clínicas e ambulatórios
- Serviços de emergência
- Centros de atenção psicossocial
- Empresas (enfermagem do trabalho)
- Atendimento domiciliar

laboratórios acabam buscando pós-graduados”, informa Toledo.

O avanço de tecnologias aplicadas à área da saúde também exige atualização constante. Caso do uso de aplicativos para orientação em saúde e acompanhamento de pacientes com doenças crônicas e da utilização de recursos de inteligência artificial, que trazem novas perspectivas para o trabalho dos enfermeiros. Com o objetivo de melhorar a eficiência na captação e utilização de recursos para pesquisa clínica, o Hospital de Clínicas da Unicamp (HC-Unicamp) mantém, desde 2003, o Núcleo de Avaliação de Tecnologias de Saúde. Nele são desenvolvidos estudos para, por exemplo, avaliar a eficiência de equipamentos e outras tecnologias com o objetivo de evitar gastos desnecessários.

Atividades realizadas em parceria com médicos e outros profissionais da saúde têm propiciado a enfermeiros a participação em processos de trabalho mais colaborativos – tornou-se comum

a discussão coletiva de diagnósticos e estratégias de atendimento. “Já não existe mais aquela visão de que o enfermeiro apenas auxilia o médico. Hoje há uma interdisciplinaridade que aproxima o trabalho desses diferentes profissionais”, afirma Lopes, da Unicamp.

A enfermagem segue sendo um campo profissional eminentemente feminino. De acordo com pesquisa realizada em 2016 pela Fundação Oswaldo Cruz em parceria com o Cofen, os homens representam 15% das equipes. “A emergência da enfermagem moderna e científica ocorrida no período vitoriano deu contornos de feminilidade à profissão”, afirma Osnir Claudiano da Silva Júnior, pesquisador do Laboratório de Estudos de História da Enfermagem da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da USP. “A enfermagem, no entanto, não tem gênero. Foi a construção social que deu esse caráter feminino à profissão”, finaliza. ■

Sidnei Santos de Oliveira

Água limpa

Cientista baiana projeta sistema para cisternas e obtém reconhecimento internacional

A soteropolitana Anna Luísa Beserra Santos, 22 anos, está ajudando a mudar a vida de famílias que sofrem com a falta de água potável na região do semiárido brasileiro. Criadora de tecnologia para desinfecção de água da chuva captada por cisternas, em 2019 a cientista foi a vencedora do prêmio Jovens Campeões da Terra na categoria América Latina e Caribe, promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU) em reconhecimento a ações de jovens empreendedores com ideias inovadoras para o futuro do planeta.

O sistema criado por Anna – intitulado Aqualuz – foi aperfeiçoado durante a graduação em biotecnologia, concluída em 2018 na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Em 2015, ela fundou a startup Safe Drinking Water for All (SDW), voltada para o desenvolvimento de tecnologias hídras sustentáveis. A ideia do Aqualuz, no entanto, surgiu durante o ensino médio, quando decidiu inscrever-se no Prêmio Jovem Cientista, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). “A edição 2013 do prêmio pedia soluções relacionadas ao uso da água. Comecei, então, a pesquisar sobre o assunto”, lembra. O interesse pela ciência já rendeu a Anna duas medalhas de ouro: uma na Olimpíada Baiana de Biologia e outra na Olimpíada Brasileira de Biologia, além de outra, de bronze, na Olimpíada Brasileira de Astronomia.

Com o Aqualuz, a água da cisterna passa por um filtro que retém os resíduos sólidos e fica armazenada em um recipiente de aço inox coberto por uma tampa de vidro, o que permite a incidência dos raios ultravioleta. “Dessa forma são eliminados os microrganismos nocivos à saúde”, explica. Com capacidade para 10 litros, o equipamento, que teve sua eficácia



Anna durante implantação do sistema Aqualuz na comunidade quilombola de São Gonçalo, em Contendas do Sincorá, Bahia

comprovada em laboratórios credenciados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), leva no máximo quatro horas para realizar a desinfecção. Um adesivo termossensível avisa quando a água está pronta para uso. Atualmente o sistema é utilizado por cerca de 250 famílias do semiárido brasileiro. “Atuamos com mais força nessa região porque o equipamento precisa de luz solar intensa, o que o torna inviável em áreas chuvosas e com menos incidência de sol”, informa.

Em 2016 a ideia garantiu a Anna uma vaga no curso de lideranças de novos empreendimentos do Massachusetts Institute of Technology (MIT), em Cambridge, Estados Unidos. Dois anos depois,

ela foi selecionada para participar de um curso destinado a startups da Cewas, organização voltada para a formação de empreendedores e pesquisadores do setor de água e saneamento, em Willisau, na Suíça.

Anna agora trabalha para exportar sua tecnologia para países da África. Por intermédio de parcerias com duas organizações não governamentais brasileiras e com o suporte de uma campanha de financiamento coletivo, planeja levar cisternas equipadas com o Aqualuz para famílias de Madagascar. Naquele país, pretende também construir banheiros sustentáveis, com melhor aproveitamento da água. “A ideia é que o sistema mude a vida de pessoas que andam quilômetros para conseguir alguns poucos litros de água”, completa. ■

S. S. O.



**Confie à
ENTIB seus
programas de
capacitação
profissional.**

acesse
entib.org.br

e conheça nossa
plataforma de
ensino à distância.

O objetivo da Escola Nacional de Tecnologia Industrial Básica (ENTIB) é difundir o conhecimento no campo da tecnologia industrial por meio da capacitação de profissionais em todos os níveis de formação técnica e acadêmica, das áreas de metrologia (científica, industrial e legal), normalização, regulamentação, avaliação da conformidade e tecnologias de gestão.



www.metrologia.org.br

(21) 2532.7373



A INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação convida pesquisadores, estudantes, docentes e profissionais para participar de seus congressos regionais.

Confira as datas e participe!

INTERCOM 2020

**UM MUNDO E MUITAS VOZES:
DA UTOPIA À DISTOPIA?**

SUDESTE

Local: PUC Minas - Poços de Caldas (MG)
Data: de 22 a 24/05 • Submissões: até 08/04
Inscrições: até 05/05 (03/04 para autores e coautores)

NORTE

Local: Estácio FAP - Belém (PA)
Data: de 28 a 30/05 • Submissões: até 15/04
Inscrições: até 12/05 (10/04 para autores e coautores)

CENTRO-OESTE

Local: Unigram - Dourados (MS)
Data: de 04 a 06/06 • Submissões: até 22/04
Inscrições: até 19/05 (17/04 para autores e coautores)

SUL

Local: Univali - Balneário Camboriú (SC)
Data: de 11 a 13/06 • Submissões: até 29/04
Inscrições: até 26/05 (24/04 para autores e coautores)

NORDESTE

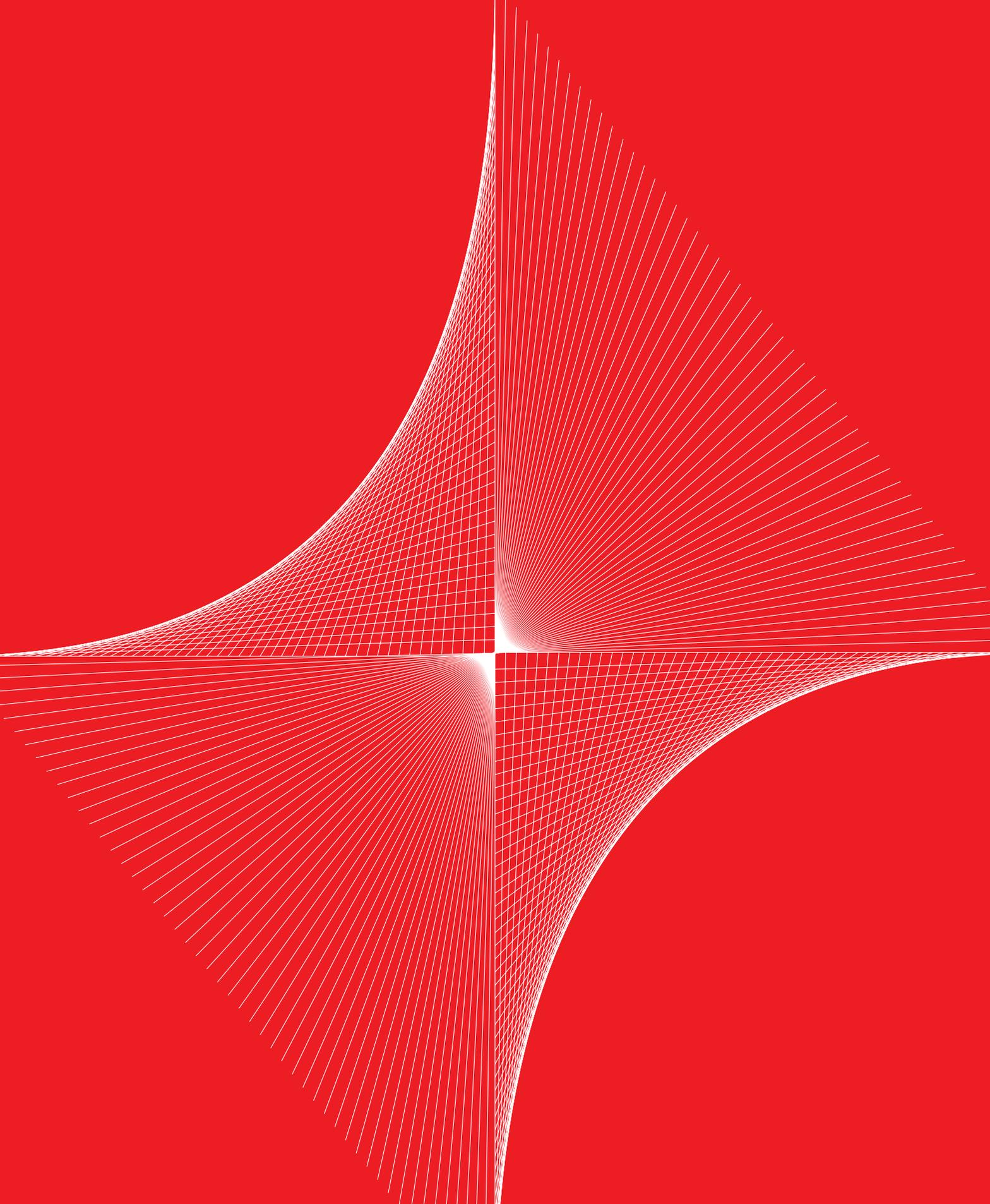
Local: UFCG - Campina Grande (PB)
Data: de 25 a 27/06 • Submissões: até 13/05
Inscrições: até 09/06 (08/05 para autores e coautores)



Mais informações

www.portalintercom.org.br

f / intercomcomunicacao @ / intercom_oficial



NAS BANCAS E LIVRARIAS
revistapesquisa.fapesp.br